



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DIVISION DE CIENCIAS FORESTALES
PROGRAMA DE POSTGRADO

SILVICULTURA DE LAS CONIFERAS DE
LA REGION CENTRAL

T E S I S

Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de Maestro en Ciencias
Forestales

por

JAVIER SANTILLAN PEREZ



DIVISION DE CIENCIAS FORESTALES
RECTORIA DE SERVICIOS Y RECTORIA
DE EXAMENES PROFESIONALES



Chapingo, México

1991

DICIPO
RIRIOTEA

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DIVISION DE CIENCIAS FORESTALES

SILVICULTURA DE LAS CONIFERAS DE LA REGION CENTRAL

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN
CIENCIAS PRESENTA:

JAVIER SANTILLAN PEREZ



BIBLIOTECA DICIFO

Chapingo, México

1990

DICIFO
BIBLIOTECA

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ ASESOR
MENCIONADO ABAJO; HA SIDO REVISADA Y APROBADA POR EL MISMO Y
ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

PRESIDENTE:



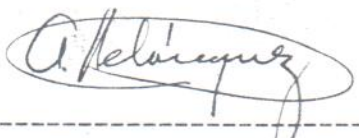
DR. AURELIO M. FIERROS GONZÁLEZ

ASESOR:



DR. CARLOS RODRÍGUEZ FRANCO

ASESOR



DR. ALEJANDRO VELÁZQUEZ MARTÍNEZ

CHAPINGO, MÉX., SEPTIEMBRE DE 1991.

D E D I C A T O R I A

A **Rebeca** mi esposa por posponer cientos de veces el tiempo
de esparcimiento

A **Rubén** que ya dá señales de vida

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Dr. Aurelio M. Fierros González por la sugerencia del tema y la dirección del presente trabajo.

A los CC Dr. Carlos Rodríguez Franco, Dr. Alejandro Velázquez Martínez, M. C. Baldemar Arteaga Martínez y M.C. J. Carmen Ayala Sosa por su asesoría y participación en la revisión del trabajo y sugerencias al mismo.

Al Ing. Miguel Angel Pasaye Frausto Subdirector de planeación de la Unidad de Administración Forestal No. 10 Sur Occidental, del estado de Michoacán, por la información silvícola proporcionada de las especies: Pinus herrerae, P. michoacana y P. pseudostrobus.

A la Sra. Alicia Alvarez y a la Srita. Rosa María Zaragoza González por la captura y correcciones a diversos borradores.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	viii
ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
1. INTRODUCCION	1
2. LOS BOSQUES DE CONIFERAS DE MEXICO	4
2.1 GEOLOGIA Y ORIGEN DE NUESTROS BOSQUES	4
2.2 CLIMAS	8
2.3 LITOLOGIA	12
2.4 LITERATURA CITADA	12
3. REGIONALIZACION DE LOS BOSQUES DE CONIFERAS	13
3.1 ANTECEDENTES	13
3.2 REGIONALIZACION PROPUESTA	19
3.3 LITERATURA CITADA	25
4. DESCRIPCION DE LA REGION CENTRAL.	26
4.1 LOCALIZACION	26
4.2 AMBIENTE FISICO	27
4.2.1 FISIOGRAFIA	27
4.2.2 CLIMAS	27
4.2.3 GEOLOGIA Y SUELOS	28
4.3 VEGETACION FORESTAL	30
4.4 LITERATURA CITADA	34

5.	<u>Abies religiosa</u> (H. B. K.) Schl. et Cham.....	36
6.	<u>Pinus montezumae</u> Lamb.	59
7.	<u>Pinus patula</u> Schl. et Cham.....	91
8.	<u>Pinus hartwegii</u> Lindl.....	122
9.	<u>Pinus pseudostrobus</u> Lindl.....	157
10.	<u>Pinus michoacana</u> Martinez.....	172
11.	<u>Pinus cembroides</u> Zucc.....	190
12.	<u>Pinus oocarpa</u> Schiede.....	211
13.	<u>Pinus herrerae</u> Martínez.....	223
14.	<u>Pinus douglasiana</u> Martínez.....	241
15.	<u>Pinus ayacahuite</u> Ehrenb.....	258
16.	<u>Pinus leiophylla</u> Shl. et Cham.....	265
17.	<u>Pinus teocote</u> Shl. et Cham.....	270
18.	<u>Pinus rudis</u> Endl.....	274
19.	<u>Pinus lawsonii</u> Roetzl.....	277
20.	<u>Pinus tenuifolia</u> Benth.....	284
21.	<u>Pinus pringlei</u> Shaw.....	287
22.	<u>Pinus gregii</u> Engelm.....	289
23.	<u>Cupressus</u> spp.....	292
24.	<u>Juniperus</u> spp.....	296
25.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	297
26.	CONCLUSIONES.....	301

CUADRO		PAGINA
4.1.	Coníferas de la Región Central.....	31
4.2.	Estadísticas de las coníferas de la Región Central.....	33
5.1.	Algunos datos de la estructura de un bosque de selección de <u>Abies religiosa</u>	50
5.2.	Volumen óptimo/ha para un rodal de <u>Abies religiosa</u>	51
6.1.	Factores de mortalidad de conos y conillos de <u>Pinus montezumae</u>	66
6.2.	Cantidad y calidad de semillas de <u>Pinus montezumae</u> Lamb bajo tres con- diciones de dosel.....	68
6.4.	Calidad de estación en relación a la exposición.....	80
6.5.	Tabla de producción empírica para - rodales de <u>Pinus montezumae</u> Lamb. en una calidad de estación media y una densidad promedio.....	84
7.1.	Efecto de la Luz sobre el crecimien- to en altura en plántulas de vivero.....	97
7.2.	Promedios por predio para las varia- bles densidad, área basal y altura de la regeneración de <u>Pinus patula</u>	100
8.1.	Producción de semillas y conos por - individuos en cada clase de edad, en rodales incoetáneos normales de <u>Pi- nus hartwegii</u> en Zoquiapan.....	125
8.2.	Índice de sitio para <u>Pinus hartwegii</u> Lindl. en el Campo Experimental Zo- quiapan, tomando como edad base 50 - años.....	134

8.3.	Valores de, máximo incremento medio anual en volumen de <u>Pinus hartwegii</u> en tres calidades de sitio.....	vi 136
8.4.	Volumen individual promedio bajo dos condiciones de competencia en rodales incoetáneos de <u>Pinus hartwegii</u> en Zoquiapan, México.....	140
8.5.	Ingresos a diferentes períodos de - tiempo y valor neto presente para - tres alternativas de manejo.....	143
9.1.	Comparación de algunos parámetros da sométricos entre la condición residual y 14 años después en rodales aclarados con predominancia de <u>Pinus pseudostrobus</u> en "Dos Aguas", Mich.....	164
9.2.	Incrementos de algunos parámetros dasométricos en parcelas de aclareos en P. <u>pseudostrobus</u> , en "Dos Aguas", Mich.....	165
9.3.	Comparación de algunos parámetros - entre la masa original y la residual después de los aclareos en parcelas de P. <u>pseudostrobus</u> en "Dos Aguas, - Michoacán.....	166
10.1.	Incremento medio anual de varios parámetros en <u>Pinus michoacana</u> Mtz. en el sitio "El llamadero" en 1988.....	178
10.2.	Incremento corriente anual de algunos parámetros en <u>Pinus michoacana</u> - Mtz. en el sitio "El Llamadero" en - 1988.....	179
10.3.	Comparación de los valores originales y actuales referidos a la hectárea en el sitio "El Llamadero".....	180
10.4.	Valores de I.C.A. e I.M.A. en altura por índice de sitio en <u>Pinus michoacana cornuta</u> Mtz.....	189
11.1.	Tasa de mortalidad para factores específicos de conos de <u>Pinus cembroides</u> en el ejido "El Cedrito". Saltillo, Coah. 1984.....	198

13.1.	Resumen de los tratamientos aplicados en el S.P.E.S. "La nieve" en el año de 1960.....	vii 228
13.2.	Comparación de la cantidad de renuevo de pino encontrado en 1983, con la masa residual principal de 1976. (sitio "La nieve").....	231
13.3.	Comparación de la incorporación corriente anual de pino (INCA) lograda en el período 1976-1983 con la masa residual principal de pino dejada en 1976, (Sitio "La nieve").....	234
13.4.	Comparación del incremento corriente anual de pino con la masa principal de pino dejada en 1976 (sitio "La nieve").....	235
13.5.	Comparación de la mortandad corriente anual de pino correspondiente al período 1976-83, con el volumen de corta de pino en 1976, ("La nieve").....	236
13.6.	Comparación de la producción corriente anual neta de pino obtenida en el período 1976-1983, en la masa residual principal de pino dejada en 1976. (Sitio "La Nieve").....	237
14.1.	Tabla con las características epidemiológicas por calidad de estación - (datos promedio) en <u>Pinus douglasiana</u>	248
19.1.	Tabla con las características epidemiológicas por calidad de estación en <u>Pinus lawsonii</u>	282
25.1	Resumen de los estudios ecológico silvícolas realizados en coníferas de la Región Central	305



FIGURA		PAGINA
3.1.	Regionalización propuesta para los bosques de coníferas de México (Adaptado de SARH, 1978).....	24
5.1.	Area de distribución de <u>Abies religiosa</u> en territorio mexicano (Martínez, 1953).....	37
5.2.	Curvas de índice de sitio para una edad de 60 años en (H.B.K.) Schl. et. Cham. en Zoquiapan, México (Bojorges, 1989).....	47
5.3.	Distribución diamétrica del oyamel en un - bosque incoetáneo normal (Hernández, 1984)...	53
5.4.	Crecimiento en volúmen del oyamel en el - Cofre de Perote, Ver. (Hernández, 1984).....	55
5.5.	Crecimiento en altura del bosque natural de oyamel en el Cofre de Perote, Ver. (Hernández, 1984).....	56
6.1.	Distribución de <u>Pinus montezumae</u> en la República Mexicana (Martínez, 1953).....	60
6.2.	Indices de sitio a la edad base de 50 años para <u>Pinus montezumae</u> Lamb., en condiciones generales de crecimiento en el C.E.F. San Juan Tetla, Pue. (Rodríguez, 1982).....	81
7.1.	Guía de densidad para <u>Pinus patula</u> Schl. et. Cham. en la región de Chignahuapan-Zacatlán, Pue. para diámetro cuadrático promedio de - 12.5 a 40 cm (Becerra, 1986).....	102
7.2.	Guía de densidad para <u>Pinus patula</u> en la región de de Chignahuapan-Zacatlán, Pue. para diámetro cuadrático promedio de 40 a 100 cm. (Becerra, 1986).....	102
7.3.	Curvas de índice de sitio a la edad base de 35 años para <u>Pinus patula</u> Schl. et Cham. en la región Chignahuapan-Zacatlán, Pue. (Arteaga, 1985).....	105
7.4.	Diagrama para la determinación de índice de localidad de <u>Pinus patula</u> en función del diámetro y la altura (Castaños, 1962).....	108

7.5.	Relación entre el índice de localidad y: A, profundidad total del suelo; B, elevación; C, exposición. Los números sobre las curvas, indican el número de sitios (Castaños, 1962)	109
7.6.	Curvas anamórficas de índice de sitio para rodales naturales de <u>P. patula</u> a la edad - base de 25 años (Aguirre, 1985).....	110
7.7.	Diagrama de manejo de densidad para <u>P. patula</u> con estimaciones del diámetro cuadrático promedio y altura dominante (Aguirre, 1985).....	116
7.8.	Diagrama de manejo de densidad para <u>P. patula</u> con estimaciones del diámetro cuadrático promedio volumen/ha (Aguirre, 1985).....	116
7.9.	Diagrama de manejo de densidad para <u>P. patula</u> con estimaciones del diámetro cuadrático promedio, altura dominante, promedio y volumen/ha (Aguirre, 1985).....	117
8.1.	Guía de densidad para <u>Pinus hartwegii</u> Lind. en Zoquiapan, México (Zepeda, 1987).....	130
8.2.	Intervalo de aprovechamiento del sitio en <u>Pinus hartwegii</u> . La línea superior indica la máxima área basal que se puede lograr con un diámetro definido, la inferior - muestra el área basal que se puede tener con un diámetro determinado en el momento que ocurre el cierre de copas (Torres 1984).....	133
8.3.	Indices de sitios propuestos para <u>Pinus hartwegii</u> Lind. en la Estación experimental Zoquiapan, Méx. (Orantes, 1980).....	133
8.4.	Ajuste de una función logística (---) y - una función de Gompertz (...) a datos de incremento radial a 1.30 m. de nivel del suelo de un fuste de árbol adulto de <u>Pinus hartwegii</u> (Franco, 1978).....	137
8.5.	Curvas de crecimiento en volúmen de árboles sujetos a autoaclareo por competencia "máxima" (1) y para árboles sin competencia (2) (Franco y Sarukhan, 1981).....	139
10.1.	Curvas de índice de sitio para <u>Pinus michoacana</u> var. <u>cornuta</u> Mtz. (Benavides, - 1987)	182

10.2.	Curvas de ICA por índice de sitio para <u>Pinus michoacana</u> var. <u>cornuta</u> Mtz. (Benavides, 1987).....	185
10.3.	Curvas de IMA por índice de sitio para <u>Pinus michoacana</u> var. <u>cornuta</u> Mtz. (Benavides, 1987).....	186
11.1.	Crecimiento en diámetro de diez árboles de <u>Pinus cembroides</u> Zucc. (Cetina, García y Keyes, 1985).....	203
11.2.	Crecimiento en altura de diez árboles de <u>Pinus cembroides</u> Zucc. (Cetina, García y Keyes, 1985).....	203
11.3.	Relación diámetro-edad en árboles de - <u>Pinus cembroides</u> Zucc. muestreados con taladro de Preesler en la Amapola, S.L. P. (Cetina, García y Keyes, 1985).....	205
12.1.	Curvas de índice de sitio para <u>Pinus oocarpa</u> Schiede (Benavides, 1987).....	218
12.2.	Curvas de ICA por índice de sitio para <u>Pinus oocarpa</u> Schiede (Benavides, 1987).....	219
12.3.	Curvas de IMA por índice de sitio para <u>Pinus oocarpa</u> Schiede (Benavides, 1987).....	220
14.1.	Curvas de calidad de estación para - <u>Pinus douglasiana</u> y ecuación utilizada para su trazo (Aguilar, 1984).....	245
14.2.	Curvas de índice de sitio para <u>Pinus - douglasiana</u> (Nevarez, 1986).....	247
14.3.	Curvas de incremento individual anual en diámetro para <u>Pinus douglasiana</u> en relación al área basal de la población (Cano, 1985).....	247
14.4.	Curvas de coeficientes mórficos para <u>Pinus douglasiana</u> Mtz. (Nevarez, 1986).....	251
14.5.	Curvas de niveles de densidad para <u>Pinus douglasiana</u> en la Unidad de Atenuquique, Jal. (Cano, 1983).....	254
14.6.	Curvas de número de árboles residuales/ha para varios niveles de densidad (Nevarez, 1986).....	255

- 19.1. Curvas de calidad de estación para -
Pinus lawsonii y ecuación utilizada -
para su trazo (Aguilar, 1984)..... 280
- 19.2. Curvas de crecimiento en altura y mo-
delo matemático que las origina (Agui-
lar, 1984)..... 281

A N E X O S

Anexos del capítulo 8

8.1	Tabla de rendimiento normal para <u>Pinus hartwegii</u> en Zoquiapan, México..	147
8.2	Tabla de rendimiento de densidad variable, con una intensidad de aclareo constante para rodales de <u>Pinus hartwegii</u> ubicado en calidad de sitio I en la E. F. E. Zoquiapan, México.	148
8.3	Tabla de rendimiento de densidad variable con una intensidad de aclareo constante, para rodales de <u>Pinus hartwegii</u> ubicado en calidad de sitio II en la E. F. E. Zoquiapan, México.	151
8.4	Tabla de rendimiento de densidad variable con una intensidad de aclareo constante, para rodales de <u>Pinus hartwegii</u> , ubicados en calidad de sitio III en la E. F. E. Zoquiapan, México.	154

SILVICULTURA DE CONIFERAS DE LA REGION CENTRAL

RESUMEN

En este trabajo se revisan los criterios que se han utilizado para regionalizar el territorio mexicano, se proponen seis regiones para el estudio de las coníferas del país, se describe la Región Central y con base en un guión de contenido guía se revisa y compila el conocimiento ecológico silvícola de 23 especies de coníferas de los géneros Abies, Pinus, Cupressus y Juniperus, que se distribuyen en esa región.

SILVICULTURE OF CONIFERS IN THE CENTRAL REGION OF MEXICO

Summary

This study first reviews the criteria used to subdivide the Mexican territory into silviculturally meaningful regions. This review provides a rationale to propose six regions where Mexican conifers could be properly studied. The Central Region is taken as an example of how the ecological and silvicultural regional characterization could be accomplished. As a result, twenty three conifer species belonging to the genera Abies, Pinus, Cupressus y Juniperus are thoroughly described.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La alta demanda de productos y servicios derivados de los bosques ha sometido a este recurso a intensas prácticas de explotación y manejo; muchas de esas prácticas se han aplicado al margen de las características ecológicas propias de cada tipo de bosque ya que los modelos de manejo se han extrapolado indiscriminadamente de una región a otra, particularmente cuando se trata de aprovechar la gran variedad de especies de coníferas.

Por otro lado se ha generado a la fecha, tanto por la práctica como por la investigación un conjunto de conocimientos ecológico-silvícolas, que consideramos requieren enmarcarse dentro de una regionalización que resuma, reoriente y fomente la investigación silvícola hacia la delimitación y caracterización de tipos de bosques en cada región.

En el presente trabajo se hace una propuesta de regionalización de coníferas para nuestro país y posteriormente se caracteriza a cada una de las especies de coníferas que se distribuyen en la Región Central, compilando los conocimientos ecológicos-silvícolas que se han generado hasta el momento.

El conocimiento silvícola de nuestros bosques se comenzó a generar partiendo de lo simple a lo complejo, en este caso se ha avanzado más en el campo de los bosques uniespecíficos de las coníferas que en los bosques mezclados o que en los bosques de latifoliadas; por tanto la bibliografía que se ha consultado se refiere en su mayor parte a monografías de las especies, reportes de investigación de algún aspecto aislado de su biología como respuesta a algunos tratamientos. Por otro lado se comprende que dada la intrincada red de condiciones topograficas y climáticas de nuestro territorio, no es posible delimitar areas continuas con un solo tipo de bosque, sino que estos se entremezclan y aíslan mutuamente formando un intrincado-mosaico, por esta razón en el presente trabajo a partir del capítulo 5 se aborda el conocimiento silvícola especie por especie, para tal caso se ha establecido un guión de contenido básico que se ha tratado de satisfacer en lo posible, tanto en publicaciones como en trabajos inéditos y aún de conocimiento empírico, a traves de consultas personales principalmente con los directores de las unidades de administración forestal de la región; el mencionado guión se presenta a continuación:



1. INTRODUCCION
2. MARCO ECOLOGICO
 - 2.1 CLIMA
 - 2.2 SUELOS
 - 2.3 ESPECIES ASOCIADAS
3. SUCESION
4. REGENERACION NATURAL
 - 4.1 FENOLOGIA Y DESARROLLO INICIAL
 - 4.1.1 FENOLOGIA
 - 4.1.2 PRODUCCION DE CONOS Y SEMILLAS
 - 4.1.3 PLAGAS DE CONOS Y SEMILLAS
 - 4.1.4 DISPERSION DE SEMILLAS
 - 4.1.5 DEPREDAION DE CONOS Y SEMILLAS
 - 4.1.6 GERMINACION
 - 4.1.7 SUPERVIVENCIA
 - 4.2 CORTAS DE REGENERACION
 - 4.3 PREPARACION DEL SITIO
5. DESARROLLO DE RODALES
 - 5.1 TRATAMIENTOS INTERMEDIOS
 - 5.1.1 CONTROL DE LA DENSIDAD
 - 5.1.2 PODAS
 - 5.2 CALIDAD DE ESTACION
 - 5.3 ESTRUCTURA Y CRECIMIENTO
6. PLAGAS Y ENFERMEDADES
7. MEJORAMIENTO GENETICO
8. USOS COMBINADOS

CAPITULO 2

LOS BOSQUES DE CONIFERAS DE MEXICO

2.1. Geología y origen de nuestros bosques

La vegetación actual de norteamérica es el producto de los cambios geológicos históricos de la forma, estructura y posición latitudinal que han venido sucediendo desde que se inició la separación de los continentes a partir de una sola isla mundial hace cerca de 250 millones de años (Calder 1972, en Barret, 1980). Norteamérica estuvo en estrecho contacto con Europa y Asia en el Cretácico a latitudes más bajas que ahora y su vegetación fue predominante tropical; pero a partir de la deriva de continentes hace 100 millones de años, Norteamérica se desprendió hacia el Noroeste estableciendo contacto con Europa a través de Groenlandia y Escandinavia y más recientemente con Siberia a través de Alaska. Estos contactos explican similitudes en especies entre Norteamérica y Eurasia.

Aunque con muchas fluctuaciones, el clima de Norteamérica se ha venido enfriando; en este fenómeno han intervenido los siguientes eventos: el desplazamiento hacia mayores latitudes, el lanzamiento de cordilleras por colisión y presiones de las plataformas continentales, el levantamiento de montañas por vulcanismo y el efecto de las glaciaciones que

formaron grandes "avenidas" de hielo que limitaron la vegetación. Los mares actuaron con un efecto moderador del enfriamiento, ya que a intervalos cubrieron y descubrieron parte del continente, sirviendo como termoreguladores de los climas extremos.

Por los procesos de selección natural y adaptación, las coníferas fueron estableciéndose sobre todo en las cordilleras del Este de Norteamérica, adaptándose con largos períodos de dormancia para sobrevivir en el invierno y las estaciones secas. Las condiciones climáticas severas ha eliminado muchas especies, y las diferencias entre las actuales han obedecido a las barreras que surgieron en su antiguo rango de distribución como: mares, montañas, glaciares, desiertos u otras áreas donde las especies no pudieron crecer.

2.1.1. Geología de la República Mexicana.

Por lo que respecta a la geología de nuestro territorio, De Cserna et al. (1974) indican que a principios del Paleozoico las tierras emergidas eran solo una península que comprendía desde Chihuahua hasta los estados de México y Puebla. Durante el Pérmico buena parte del territorio permaneció bajo las aguas; fue el caso de parte de los estados de Sonora, Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz y Chiapas.

Durante el Pérmico tardío se efectuó la orogénesis Coahuilense, en la cual se plegaron las rocas que formaron dos serranías (antecesoras de las Sierras Madre Oriental y Madre Occidental) encerrando entre ambas a una región plana y baja.

Durante el Jurásico y el Cretácico nuevas y distintas extensiones del territorio quedaron inundadas (parte de Chihuahua y Durango) y hubo comunicación entre el Golfo de México y el Pacífico a través de la Depresión del Balsas. En el Eoceno se presentó la orogénesis Hidalguense que consistió en la emergencia de casi todo el territorio, con excepción de la Planicie Costera Nororiental, Península de Yucatán y parte de Tabasco que se levantaron hasta el Terciario. Dicha orogénesis fue responsable del levantamiento de la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur y las sierras del norte de Oaxaca y de Chiapas.

A mediados del Terciario se inició la actividad volcánica, una primera etapa que afectó la Sierra Madre Occidental, parte de Baja California y al sur del país y una segunda etapa que comprende el Plioceno y Pleistoceno, que afectó sobre todo al centro del país, la Planicie Costera Noreste, las Islas Revillagigedo y el extremo sur de Chiapas. El Eje Volcánico Transversal y otras montañas aisladas se originaron de ésta actividad magmática que derramó grandes cantidades de lava (Rzedowski, 1980).

2.1.2. Origen de la Flora Mexicana.

Rzedowski (1980) estima en 20 000 las especies de plantas vasculares existentes dentro de las fronteras de nuestro país, razón suficiente para considerarla en una categoría de zona rica florísticamente, sobre todo su mitad meridional.

Las especies vegetales del país se pueden clasificar por su semejanza con especies de otras latitudes en tres clases principales; boreales, meridionales y endémicas. Las primeras se refieren a las relaciones con el norte; las segundas con el sur; y las endémicas a su exclusiva distribución en áreas localizadas del país.

Los bosques de coníferas y algunas angiospermas como Alnus spp., Salixspp., Populus spp., Quercus spp. y Liquidambar spp. son semejantes a las especies de latitudes medias y altas del Hemisferio Boreal, sobre todo en Estados Unidos y Canadá, siendo mayor la semejanza con el Oeste en cuanto a pastos y a especies de coníferas. El parecido con la flora del Este es en especies latifoliadas que se distribuyen en forma discontinua en la Sierra Madre Oriental y en las serranías de Chiapas, este es el caso de Liquidambar spp., Acer spp., Fagus spp. y otras angiospermas; de particular interés para nosotros es también el caso de Pinus strobus var, chiapensis. De hecho, el límite meridional de muchas

especies de origen boreal como las coníferas es la Depresión de Nicaragua, que separa por un lado las montañas de Guatemala, El Salvador y Honduras y por el otro las de Costa Rica.

En cuanto a las especies de origen meridional estas son mucho más abundantes que las boreales y se distribuyen en las zonas áridas y en los bosques tropicales perennes, caducifolios y subcaducifolios de nuestro territorio; de hecho el sureste de México forma parte de una región fitogeográfica que abarca toda América Central en donde abundan los elementos neotropicales.

En cuanto a las especies endémicas Rzedowski (1962) encontró una alta correlación entre la aridez y el endemismo, aunque también se presentan entre las especies de climas húmedo y semihúmedo, templados y fríos; a éste fenómeno han contribuido las cadenas montañosas que han servido como barreras fisicoclimáticas.

2.2. Climas

La composición y vigor de los bosques depende en gran parte de las características del clima, especialmente la temperatura y la humedad aprovechable. Los bosques se presentan donde la precipitación, al menos en algunas ocasiones, excede a la evaporación con un margen suficiente para dejar humedad en el suelo disponible para el crecimiento; cuando el régimen de humedad y temperatura es

favorable, el número de especies aumenta, sin embargo los bosques más productivos desde el punto de vista económico prosperan en condiciones que limitan el número de especies a proporciones silvícolamente manejables; esto es especialmente cierto si las condiciones favorecen a las especies de coníferas y limitan a las latifoliadas (Barret, 1980).

La diversidad de climas de nuestro país obedece a los siguientes factores: la latitud, la presencia de los océanos, la forma del territorio y las cadenas montañosas. La latitud a la que se encuentra, el país es atravesado por el Trópico de Cáncer que marca el límite entre el clima árido y semiárido hacia el norte y el húmedo y semihúmedo hacia el sur influenciado por los vientos alisios y los ciclones, por otro lado, recibe la influencia de los dos océanos que bañan sus prolongados litorales, la forma del territorio con una rápida reducción hacia el sureste y por último la altitud y disposición de sus cadenas montañosas que constituyen un obstáculo a las masas de aire del norte dando protección al litoral del Pacífico; todo esto dá como resultado un mosaico climático de difícil descripción, sin embargo trataremos de establecer sus rasgos generales:

- En México las estaciones lluviosas del año están mejor marcadas que las térmicas.
- En las zonas montañosas se presentan fuertes gradientes en cuanto a precipitación.
- La vertiente del Atlántico es más húmeda que la del

Pacífico, por efecto de los vientos alisios del este cargados de humedad.

- En general predominan los climas secos sobre los húmedos.
- Se presenta un gradiente de aumento de aridez en dirección sureste-noreste.
- Mas de la mitad del país tiene una insolación superior al 60 %.
- La insolación es menor a 5 % en la sierra Madre Oriental y en las montañas de Chiapas, que son zonas de mayor nubosidad.
- Tenemos en el país gran diversidad térmica que se acentúa con la altitud y la distancia al litoral, pero los valores medios más frecuentes son entre 10 y 28°C.
- La precipitación es en forma de aguaceros de corta duración en época cálida y largos y de gota fina en época fría, a veces las perturbaciones ciclónicas ocasionan lluvias copiosas de varios días de duración.
- Las nevadas solo se presentan con regularidad en las partes altas del norte de la Sierra Madre Occidental y en ocasiones en el centro del país por arriba de los 3 000 m.
- La región costera del Golfo de México es la más favorecida por la humedad relativa que es superior a 80 % en promedio anual, en el litoral del Pacífico es de alrededor de 70 % y en el Altiplano inferior a 60%.
- En la costa occidental de la Península de Baja California la humedad relativa es alta por la corriente marina fría y baja drásticamente en las costas del mar de Cortés.
- En las altas montañas la oscilación diurna de la humedad relativa es amplia sobre todo por los cambios bruscos de temperatura.
- En la época cálida los vientos alisios del Este tienen mayor influencia, pero en la época fría dominan los vientos del noroeste y oeste en el centro, norte y occidente del país.
- A lo largo del litoral del Pacífico existe un régimen monzónico, con corrientes de aire húmedo hacia el continente durante medio año y secos hacia el mar en la otra mitad.

- El Istmo de Tehuantepec es la puerta de salida de vientos del norte que se comprimen contra la Sierra Madre Oriental.

De acuerdo a Koeppen (1948) a México le corresponden cuatro de los cinco tipos de climas fundamentales, estos son A, B C y E, siendo este último de distribución muy restringida a las partes altas de las montañas. El tipo A p corresponde a los climas cálidos-húmedos, el B a los climas secos y el C a los templados húmedos, característicos de las zonas montañosas donde se distribuyen las coníferas en nuestro país.

A continuación describimos brevemente los climas más extendidos en nuestro territorio:

- Bw Seco desértico que caracteriza a las zonas áridas del norte.
- Cw Templado con época lluviosa en la parte cálida del año, domina en las cadenas montañosas.
- Cf Templado con lluvias durante todo el año, domina en la Sierra Madre Oriental, en el extremo oriental del Eje Volcánico Transversal y en parte de las serranías chiapanecas.
- Cs Templado con lluvias en invierno. Se presenta en las montañas del Norte de Baja California.
- Cx Templado con lluvias poco frecuentes pero intensas a lo largo del año, domina en porciones septentrionales de las Sierras Madre Oriental y Madre Occidental.

2.3 Litología

En cuanto a litología, las rocas volcánicas afloran en Baja California Sur, a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en el Eje Volcánico Transversal, en esta última cordillera abundan los basaltos, andesitas y sus respectivas tobas y brechas (Rzedowski, 1980). Las rocas sedimentarias marinas son características de toda la Sierra Madre Oriental, la Planicie Costera Nororiental, la Península de Yucatán y la mayor parte de Chiapas. Las rocas metamórficas se presentan en la Sierra Madre del Sur y en la Sierra Madre de Chiapas; y los sedimentos aluviales cubren la Planicie Costera Noroccidental y el Altiplano.

2.4. LITERATURA CITADA

BARRET, J.W. (ed.). 1980. Regional silviculture of the United States. John Wiley and Sons. New York. 551 p.

DE CSERNA, Z., MOSIÑO, P.A. y BENASSINI, O. 1974. El Escenario geográfico: la y 2a parte. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 335 p.

RZEDOWSKI, J. 1962. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. Algunas consideraciones acerca del elemento endémico en la flora mexicana. Bol. Soc. Bot. Méx. 27: 52-65.

RZEDOWSKI, J. 1980. Vegetación de México. Limusa. México. 431 p.

KOEPPEN, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 478 p.

REGIONALIZACION DE LOS BOSQUES DE CONIFERAS

3.1. Antecedentes

Son abundantes las referencias bibliográficas en las que se proponen regionalizaciones de nuestro país, en ellas se utilizan criterios de administración y manejo de recursos también variados; así, tenemos los criterios: geográfico, orogeográfico político, económico, fisiográfico, climático, edáfico, hidrológico y biótico (florístico y faunístico), por citar algunos de ellos; generalmente mas de uno de estos criterios se utilizaron para fundamentar las diversas regionalizaciones.

Para efectos de este trabajo nos referimos principalmente a los criterios de carácter biótico, por lo que a continuación se presenta una breve revisión de los trabajos que se refieren a regiones naturales, provincias bióticas y a tipos de vegetación.

Entre los criterios utilizados para separar regiones de acuerdo con sus biotas, encontramos el de las "regiones naturales", que no sólo consideran a las plantas y animales, sino también a factores climáticos, fisiográficos y edáficos. Las regiones naturales del país fueron establecidas por West (1964); citado por INAH (1974), quien hace la observación de que las regiones naturales coinciden también con las límites

de dispersión de los grupos étnicos. Este autor divide al país en tres regiones naturales y dos transicionales, de acuerdo con su posición respecto al Trópico de Cáncer, a saber:

Regiones Naturales

- Extra Tropical Seca
- Tropical Alta
- Tropical Baja

Regiones de Transición

- Extra Tropical Alta
- Subhúmeda Extratropical Baja

En ésta clasificación la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental coinciden en la Región que West (1964); citado por INAH (1979), llama Extratropical Alta; el Eje Volcánico Transverso, la Sierra Madre de Oaxaca, La Sierra Madre del Sur y las Serranías Chiapanecas quedan incluidas en la Tropical Alta. A su vez las regiones son subdivididas por este autor en comarcas o provincias bióticas, sumando en total treinta y uno, pero sólo son de interés para este trabajo las que contienen a los bosques de coníferas que en este caso son: dos provincias de la Sierra Madre Occidental, dos de la Sierra Madre Oriental, una del Eje Volcánico, dos de la Sierra Madre del Sur y una de las Serranías Chiapanecas.

Stuart (1964) citado por INAH (1974), define el concep-

"

to de "provincia biótica" como una área considerable y continua, caracterizada por la presencia de una o más asociaciones ecológicas, con peculiaridades homogéneas en cuanto a tipo de vegetación, climáx ecológico, flora, fauna, clima, fisiografía y suelo. Este autor propone la división del país en diez y siete provincias bióticas continentales básicas, y resume los distintos trabajos de regionalización realizados hasta esa fecha. Son de nuestro interés en este caso la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur, la Volcánica Transversal y el Altiplano Chiapas-Guatemala.

Con un criterio faunístico, Smith (1941) divide al país en diez y seis provincias bióticas en la Región Neártica y siete en la Neotropical; posteriormente Goldmam y Moore (1946); citados por INAH (1974), establecen diez y ocho provincias bióticas (diez y seis continentales y dos insulares).

Rzedowski (1978) propone que en nuestro país se encuentra la línea divisoria entre los reinos faunísticos Holártico y Neotropical, y que al primero de ellos corresponde propiamente la región pacífica norteamericana en donde se encuentran las provincias florísticas de California y de la Isla Guadalupe. Considera también que la región mesoamericana de montaña no pertenece ni a uno ni a otro reino y que comprende nuestros sistemas montañosos: Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Serranías Meridionales y

Serranías Transístmicas. Incluye también a las regiones Xerofítica Mexicana y la Caribeña, la primera con cinco y la segunda con seis provincias florísticas.

Tamayo (1981) También establece los límites de las regiones Neártica y Neotropical en nuestro territorio y considera que la Sierra Madre del Sur se cubre de vegetación de transición aunque su fauna es más bien neártica; dicho autor divide al país en diez y ocho provincias bióticas cinco de las cuales corresponden a los sistemas montañosos y las llama: Oesteserranense, Esteserranense, Neovolcanense, Surserranense y Chiapanense.

El otro criterio que interesa considerar para derivar una propuesta de regionalización de coníferas para el país, es la división por "tipos de vegetación". En este sentido, el estudio de Ramírez (1899) es el más antiguo y en el se proponen ocho regiones botánico-geográficas. Ochoterena (1923) siguiendo el criterio de Ramírez (1899), precisa un poco más la composición florística de las comunidades del país. Leopold (1950) basándose en la fisonomía, establece doce tipos de vegetación.

Caín y Oliyeira (1950) presentan los tipos de vegetación de una forma más detallada designándolos por medio de tres vocablos, el primero caracteriza su estructura, el segundo al ambiente y el tercero la fisonomía, estos autores proponen 11 categorías primarias y 33 secundarias.

Miranda y Hernández (1963) proponen 32 tipos de vegetación que describen en términos de clima y composición florística; Wagner (1964); citado por INAH (1974), propone una clasificación genético ecológica para distinguir asociaciones vegetales y sugiere siete categorías para México y América Central. Gomez (1965) siguiendo el criterio de Miranda y Hernández (1963) señala nuevas localidades de distribución de algunos tipos de vegetación y Sarukhan (1968) analiza los tipos de vegetación de la zona cálido-húmeda y las separa en 15 categorías. Flores et al. (1971) reconocen 25 tipos de vegetación de los cuales seis corresponden a la Región Templada y Fría, que para el caso son:

- a) Bosque de oyamel
- b) Bosque de cedro y táscate
- c) Bosque de Pino
- d) Bosque de Pino Encino
- e) Bosque de Encino

Rzedowski (1978) reconoce 10 tipos de vegetación y presenta las equivalencias aproximadas entre ellos que son reconocidas por los principales autores. Describe ampliamente los bosques de coníferas aunque, en el mapa que presenta, los une a los bosques de encino para tratarlos como una unidad debido a las dificultades obvias para separar ambos tipos de vegetación, ya que se mezclan en amplias fajas en los límites de su distribución. Reconoce dentro del

Bosque de Coníferas a:

- a) Bosque de Pinus spp.
- b) Matorral de Pinus spp.
- c) Bosque de Abies spp.
- d) Bosque de Pseudotsuga spp. y Picea
- e) Bosque o matorral de Juniperus spp.
- f) Bosque de Cupressus spp.

Existen otros muchos trabajos referidos a regiones o a entidades específicas que no viene al caso mencionar aquí, baste decir que el área más estudiada es la vegetación del Valle de México y la menos conocida es la que cubre los estados de Guerrero y Oaxaca.

Parece propio para este trabajo el proponer seis grandes regiones para enmarcar las comunidades de coníferas, utilizando primeramente un criterio de ubicación geográfica respecto de un punto central del país que consideramos se localiza en la parte media del estado de Guanajuato, dichas regiones son:

- a) Región Noroeste
- b) Región Norte
- c) Región Noreste
- d) Región Centro
- e) Región Sur
- f) Región Sureste

3.2 . Regionalización Propuesta

A continuación describimos algunos rasgos y definimos los límites aproximados de cada una de esas regiones, adaptando alguna de las regionalizaciones referidas anteriormente.

I REGION NOROESTE.

Comprende los bosques de coníferas de la península de Baja California, específicamente los que se distribuyen en las sierras de Juárez, San Pedro Mártir y la zona del Cabo, en las dos primeras son preponderantes las especies Pinus ponderosa y P. jeffreyi entre 1 500 y 2 200 m de altitud en donde se presenta un clima Cs con la temporada de lluvias en la época fría del año (Rzedowski, 1978), y en el Cabo existe a más de 100 m de altura Pinus cembroides, Arbutus spp. y Quercus spp., en un clima BW (seco desértico). Esta región admite orográficamente una división en tres subregiones.

II. REGION NORTE.

Comprende a las asociaciones de coníferas que se ubican en la Sierra Madre Occidental, abarca desde un poco al sur de la frontera con Estados Unidos hasta el Río Santiago que cruza los estados de Jalisco; una característica de este sistema montañoso es que hacia la vertiente occidental

incorrecto!
Pinus ponderosa no existe
en territorio mexicano (Perry, 1991)
Pag. 96

el cambio altitudinal es brusco y escarpado y mucho más suave en la vertiente oriental hacia el Altiplano Mexicano. En esta región se distribuyen ampliamente las especies Pinus arizonica, P. chihuahuana, P. cooperi, P. engelmanni, P. duranguensis y P. cembroides; los géneros Pseudotsuga spp., Abies spp. y Picea spp. se encuentran en las partes más altas de la sierra. En cuanto a clima en la parte de Chihuahua y Sonora los inviernos son severos y las nevadas frecuentes y esto corresponde a un clima templado húmedo con lluvias todo el año (Cx según Koeppen en Rzedowski, 1984). la porción de Durango y Sinaloa es templado húmeda con lluvias en verano (Cw); la porción sur comprende parte de los estados de Nayarit, Zacatecas y Jalisco, tiene clima semiseco con lluvias en verano (BSw) con criterio climático es posible separar tres subregiones en esta región.

III. REGION NORESTE.

Comprende los bosques abiertos y bajos de pinos piñoneros en Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León y las asociaciones de coníferas y latifoliadas de la Sierra Madre Oriental: el límite meridional de esta región presenta una gran diversidad florística atribuible al clima y a la topografía; la vertiente oeste es menos abrupta que la vertiente del Golfo de México, siendo ésta última más húmeda. En sentido norte-sur del sistema montañoso se

establece un gradiente de humedad, siendo árido en el norte y muy húmedo en el límite sur de la región, en donde se presentan conos volcánicos propios del Eje Volcánico Transversal. En esta región las especies de spp. o Liquidambar spp., ^{macrophylla} también aparecen bien representados los bosques de Cupressus spp. y Juniperus spp. y en las zonas altas y húmedas los bosques de Abies spp. Es posible separar tres subregiones atendiendo al régimen de humedad, o sea semiseco con lluvias en verano (BSw), templado húmedo con lluvias en verano (Cw) y templado húmedo con lluvias todo el año (Cf).

IV. REGION CENTRAL.

Esta región que proponemos coincide aproximadamente con la que Tamayo (1981) llama Neovolcanense y a la que otros autores denominan Provincia Biótica Volcánica Transversal, atraviesa el país en sentido oeste-este desde el suroeste de Jalisco hasta las serranías que rodean al Pico de Orizaba y el Cofre de Perote en Veracruz.

Las características sobresalientes de ésta región son la reciente y dispersa actividad volcánica. Los depósitos lacustres, los suelos de ando y una gran diversidad de climas y vegetación; abundan en esta región las especies Pinus hartwegii, P. montezumae, P. pseudostrobus, P. douglasiana, P. tenuifolia, P. rudis. Formando masas densas en la

porción más oriental de la región se encuentra Pinus pátula. En las laderas sombreadas entre 2 560 y 3 600 m se encuentra Abies religiosa (Rzedowski, 1984). El clima predominante en la región es el templado-húmedo con lluvias en verano (Cw). En esta región es posible separar los tipos de bosque en un transecto altitudinal.

V. REGION SUR.

Comprende los bosques de coníferas de la Sierra Madre del Sur en Guerrero y Oaxaca y la Sierra Madre de Oaxaca, abunda en ésta región el Pinus oocarpa entre los 200 y 2200 m de altitud; P. pseudostrobus, P. oaxacana, P. herrerae y otras especies del mismo género mezcladas con encinos; el clima predominante es el templado húmedo con lluvias en verano (Cw) pero las altitudes medias son menores que en la Región Central; las comunidades de coníferas se pueden diferenciar en un rango altitudinal.

VI. REGION SURESTE.

Comprende las coníferas que se distribuyen en dos grandes unidades fisiográficas: El Macizo Central y la Sierra Madre de Chiapas, ambas formaciones corren paralelas al litoral del Pacífico teniendo entre ellas la Depresión Central Chiapaneca; esta región corresponde en su mayor parte a la provincia montañense Chiapanense de

Tamayo (1981) y a las Serranías Transistmicas de Rzedowski (1984) que se continúan hacia Guatemala. El clima predominante es el templado húmedo con lluvias en Verano (Cw). Pero en las serranías que rodean al volcán Tacaná el clima es todavía más húmedo. En esta región entre los 600 y 2 000 m de altitud se presenta Pinus oocarpa que es la especie más extendida y que llega a mezclarse con P. michoacana y P. Strobilus chiapensis; por arriba de los 2000 m se encuentran P. montezumae, P. rudis, P. hartwegii y otras especies de menor extensión. Es posible aplicar un criterio orográfico para separar dos subregiones y en cada una de ellas diferenciar tipos de bosques siguiendo un patrón altitudinal. En la Figura 3.1 se presenta un mapa de la República Mexicana, señalándose la ubicación aproximada de las regiones propuestas.

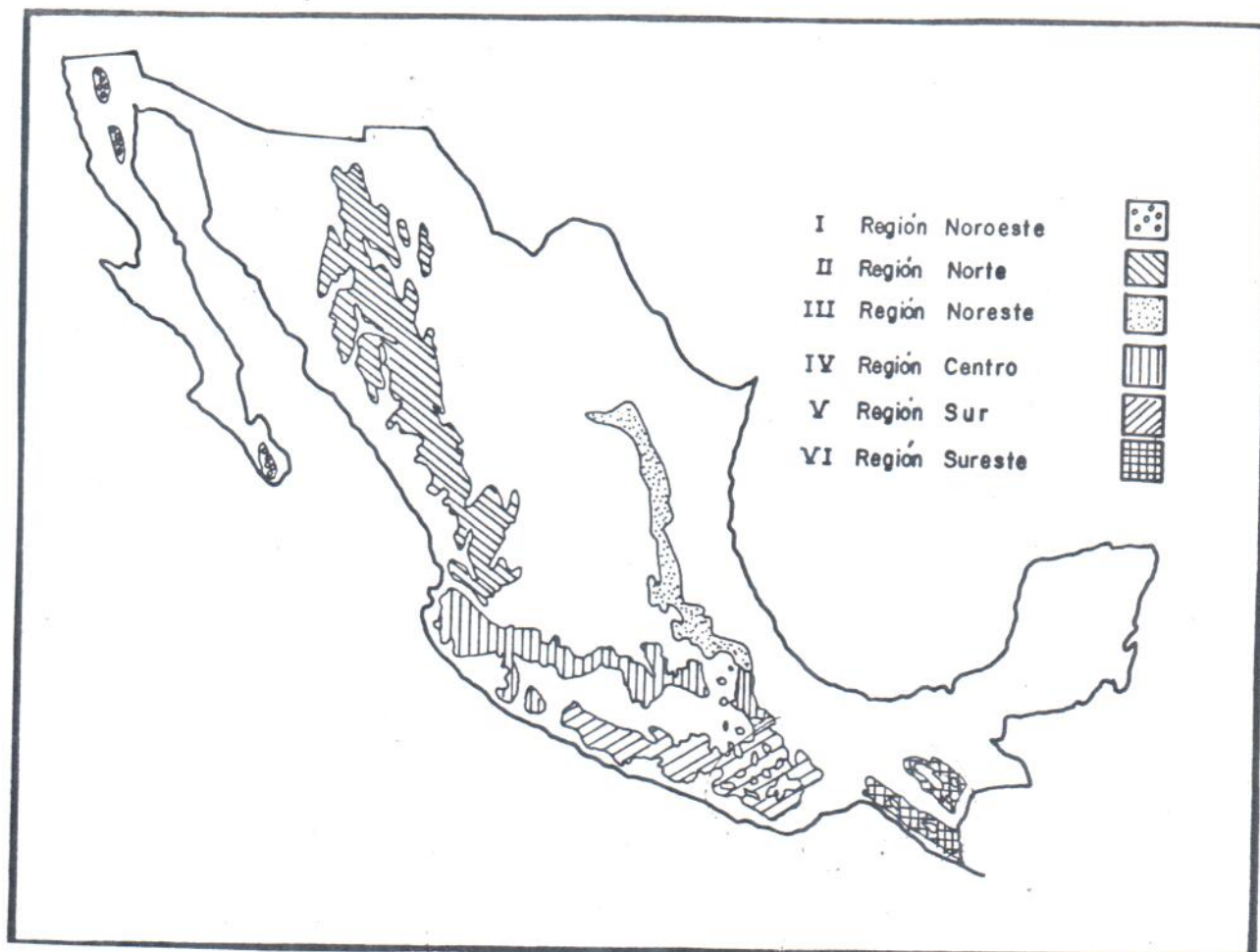


FIG. 3.1 Regionalización propuesta para los bosques de coníferas de México (Adaptado de SARH, 1978).

3.3. LITERATURA CITADA

- CAIN, S. y OLIVEIRA CASTRO, G. M. 1959. Manual of vegetation analysis. Harper & Brothers, Nueva York. 325 p.
- FLORES M. G., JIMENEZ, L. J., MADRIGAL, S. X., MONCAYO R. F. y TAKAKI T. F. 1971. Memoria del Mapa de Tipos de Vegetación de la República Mexicana. Secretaria de Recursos Hidráulicos, México. 59 p.
- GOMEZ P., A. 1965. La Vegetación de México. Bol. Soc. Bot. Méx., (29): 76-120.
- INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGIA E HISTORIA. 1974. El escenario geográfico. Ed. Melo. México, Tomo II. 335 p.
- LEOPOLD, A.S. 1950. Vegetation zones of México. Ecology 31(4):507-518.
- MIRANDA, F. y R. HERNANDEZ, X. E. 1963. Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. (28):29-179.
- OCHOTERENA, I. 1923. Las regiones geográfico-botánicas de México. Rev. Esc. Nal. Prep. Méx. (1):261-331.
- PENNINGTON, T. P. y SARUKHAN, J. 1968. Manual de identificación de los principales árboles Tropicales de México. Inst. Nal. Invest. Forest. México. 433 p.
- RAMIREZ, J. 1899. La Vegetación de México. Secretaría de Fomento. México. 271 p.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México 431 p.
- SMITH, H. M. 1940. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género Sceloporus. An. Esc. Nal. Cienc. Biol. Méx. 2(1):103-110
- TAMAYO, J. L. 1981. Geografía Moderna de México. 9a. ed. Ed. Trillas, México. 400 p.

CAPITULO 4

DESCRIPCION DE LA REGION CENTRAL

4.1. Localización

Esta región comprende los bosques de coníferas de nueve entidades federativas y el Distrito Federal, se extiende desde Jalisco a partir del meridiano $105^{\circ} 21'$ hasta el $97^{\circ} 35'$ en el estado de Veracruz; estos bosques cubren la cadena montañosa llamada Eje Neovolcánico Transversal y comprende también la porción sur de la Sierra Madre Oriental; se caracteriza por una serie de volcanes entre los que sobresalen el Nevado de Colima, el Pico de Tancítaro, el Nevado de Toluca, el Popocatepetl, el Ixtaccíhuatl, la Malinche, el Cofre de Perote, el Pico de Orizaba y otros de menor elevación, esta cadena montañosa es la más joven del país y lo atraviesa en dirección oeste-este entre los paralelos 18° y 20° N.

4.2. Ambiente Físico

4.2.1. Fisiografía

El relieve es abrupto y dominan en el paisaje cientos de volcanes apagados que se elevan sobre cuencas cerradas no muy extensas, los ríos son escasos y se presentan algunos lagos como consecuencia de la desorganización del drenaje

ocasionada por el vulcanismo; los lagos más importantes por su extensión son: el de Chapala, Pátzcuaro, Cuitzeo, Yuriria y Texcoco. Aunque la región se encuentra al sur del Trópico de Cáncer, el efecto de insolación es amortiguado por la altitud, cuyo promedio es alrededor de los 2000 msnm, creando un ambiente propio junto con factores edáficos y climáticos, para el desarrollo de los bosques de coníferas (Abies spp., Pinus spp., Juniperus spp., Cupressus spp.) y coníferas mezcladas con latifoliadas de clima templado (Quercusspp., Alnus spp., Arbutus spp.) sobre todo entre la cota de los 2500 a 4000 msnm. Los bosques en esta región se presentan en forma discontinua debido a los cambios de altitud y a la gran densidad de población, que ha impactado el recurso forestal con actividades agropecuarias, industriales y asentamientos humanos.

4.2.2. Climas

A lo largo del Eje Volcánico Transversal domina el clima Cw (templado húmedo con lluvias en verano), pero en el extremo oriental cambia a Cf (templado-húmedo con lluvias todo el año), en el extremo occidental tiende a ser más frío hacia el oriente hasta los picos del estado de México y Veracruz. Enero es el más frío y mayo el más caluroso, el período libre de heladas a 2000 m es de 8 a 10 meses, a 3000 m de 4 a 6 meses y a 3500 m pueden presentarse en cualquier época.

Es posible diferenciar una zona templada con 12° a 18°C de temperatura media anual, una zona semifría, con 5° a 12°C, en laderas de 2 800 a 4 000 m. y una zona fría con temperatura media anual inferior a 2°C, por arriba de los 4 500 m.

La Región tiene una precipitación media anual entre 800 y 1 000 mm, pero las lluvias son mas copiosas en los declives de barlovento de la Sierra Madre Oriental llegando hasta 1 600 mm al año. La precipitación comprende los meses de junio a septiembre, la humedad relativa es muy variable por el efecto combinado de altitud y temperatura y la media puede variar de 50 a 80 %, siendo la parte de la Vertiente del Golfo la más privilegiada.

4.2.3 Geología y suelos

Al final del Mioceno (período Terciario, hace alrededor de 26 millones de años) se inició el levantamiento paulatino de la cadena montañosa que llamamos Eje Volcánico Transversal (INAH, 1974), dicho levantamiento obedeció según De Cserna (1968) a una falla que creó tensión desde las costas de Nayarit hasta las de Veracruz, rompiendo parte del altiplano y produciendo fracturas por donde emergieron los volcanes.

Los suelos que cubren los bosques de coníferas en esta región son derivados de depósitos de lava y ceniza volcánica,

dominan ampliamente los podzoles y los regosoles. En un transecto de la Cuenca de México es posible observar algunos de los suelos más típicos de la cordillera Neovolcánica: un poco abajo de las nieves eternas, se encuentran rocas y lito-soles, les sigue una zona de alta acumulación de materia orgánica sobre rocas y cenizas con vegetación de gramíneas, luego aparecen pinos a partir de los 4 000 msnm sobre suelos mas profundos con un grueso horizonte "A" que reposa sobre ceniza volcánica y pómez.

De 2 800 a 3 800 proliferan coníferas y encinares sobre suelos pardos y pardo amarillentos con un horizonte A-1 húmedo y bien definido, desarrollándose sobre rocas, cenizas, andesitas y basalto-andesíticos, el contenido de materia orgánica puede llegar hasta 10 % en la zona de andosoles (Flores y Ortega, 1969).

Una faja de Vertisol se presenta de 2 500 a 2 800 m, que indica el límite de una cuenca de inundación con acumulación de finos materiales de limo y arcilla, esta unidad de suelo se encuentra asociada con la gramínea Hilaria cenchroides, especie muy extendida en la Cordillera Neovolcánica.

Entre 2 300 y 2 500 m se encuentran perfiles con capas cementadas por óxidos de hierro, sílice, arcillas y depósitos verticales y laminares de carbonatos cálcicos, magnésicos y sódicos, estas capas endurecidas son los llamados "tepetates".

Posteriormente se observa una zona de sedimentos aluviales poco consolidados entre 2 250 y 2 300 m., en ella se desarrolla la agricultura y se presentan los asentamientos urbanos y suburbanos, en esta zona se encuentran los regosoles y cambisoles con poco desarrollo. Las zonas mas bajas corresponden a lechos de lagos con problemas de salinidad y mal drenaje (Aguilera, 1969).

4.3. Vegetación Forestal

El paisaje es dominado por los bosques de coníferas constituidos por 23 especies y algunas variedades (Cuadro 4.1), los bosques de Pinus spp. y de Pinus spp. mezclados con Quercus spp. son los más extensos, seguidos por los de Quercus spp., de Abies spp., de Juniperus spp. y de Cupressusspp.; en bosques de galería de pequeña magnitud se encuentra al Taxodium mucronatum. Las especies de pino con mejor desarrollo se encuentran entre 1 500 y 3 000 msnm siendo su límite altitudinal en esta región a los 4 000 msnm (Miranda, 1947), sus exigencias de humedad varían desde 350 mm (pinos piñoneros) hasta 1 000 mm de precipitación anual (P. patula); en cuanto a suelo prefieren los de origen volcánico con pH entre 5 y 7. Es importante mencionar que las micorrizas en simbiosis con sus raíces dan a los pinos capacidad competitiva para desarrollarse aún en suelos pobres y delgados. En cuanto a densidad los bosques de pino son muy variables ya que mientras los piñoneros son abiertos, los de P. patula

CUADRO 4.1. Coníferas de la Región Central

1. Abies religiosa (H. B. K.) Schl. et Cham.
2. Pinus montezumae Lamb Lamb.
3. Pinus Kartwegii Lindl.
4. Pinus patula Schl. et Cham.
5. Pinus cembroides Zucc.
6. Pinus pseudostrobus Lindl.
7. Pinus michoacana Martínez
8. Pinus douglasiana Martínez
9. Pinus herrerae Martínez
10. Pinus teocote Schl. et Cham.
11. Pinus leiophylla Schl. et Cham.
12. Pinus rudis Endl.
13. Pinus ayacahuite Ehrenb.
14. Pinus oocarpa Schiede
15. Pinus lawsonii Roehl.
16. Pinus tenuifolia Benth.
17. Pinus pringlei Shaw
18. Pinus greggii Engelm.
19. Pinus strobus var. chiapensis
20. Cupressus lindleyi Klotzsch
21. Cupressus benthami Endl.
22. Juniperus deppeana Steud
23. Juniperus flaccida Schl.
24. Juniperus monticola Martínez
25. Taxodium mucronatum Ten.

son cerrados y sombríos; los pinos de ésta región son más bien intolerantes a excepción del P. ayacahuite y el P. strobis var. chiapensis; éste último de escasa presencia en la región. Es posible observar bosques puros de Abies religiosa, P. montezumae, P. hartwegii, P. patula, P. pseudostrobus, P. michoacana, P. leiophylla, P. teocote, P. rudis, P. oocarpa, y de los géneros Cupressus spp. y Juniperus spp.; o bien comunidades en las que predomine alguna de ellas. El P. montezumae es la especie de conífera más extendida en la región, se mezcla con P. pseudostrobus en sitios más húmedos y con P. rudis y P. teocote en sitios más secos; en lugares más elevados dominan P. hartwegii y Abies religiosa; al P. ayacahuite solo se le encuentra en cañadas o áreas protegidas de buena calidad de sitio.

Por su valor maderable las especies de coníferas más aprovechadas han sido: P. montezumae, P. pseudostrobus, P. ayacahuite y Abies religiosa; para la producción de resina se han preferido: P. oocarpa, P. michoacana, P. leiophylla, P. pseudostrobus, P. montezumae y P. teocote.

El estrato arbóreo inferior de los bosques de coníferas se compone principalmente de los géneros Quercus, Arbutus, Alnus y Buddleia.

El estrato arbustivo de Eupatorium, Senecio, Baccharis y Salvia. El sotobosque es ampliamente dominado por las gramíneas y las compuestas, y el estrato rasante se compone de

musgos, líquenes y de hongos, que Rzedowski (1983) describe detalladamente.

El área de coníferas de ésta región cubre alrededor de 2.04 millones de ha. Las existencias volumétricas que contiene esa superficie es de 205.4 millones de m³ / rollo. El potencial productivo expresado en incremento medio anual en m³ /ha se ha estimado en 2.52 y el total en 5.43 millones de m³ anuales. (Cuadro 4.2)

Cuadro 4.2 Estadísticas de las coníferas de la Region Central.

Entidad	Superficie (miles de ha)	Existencias volumétricas (miles de m3r)	Incremento anual unitario (m3/ha)	total miles m3
Jalisco	179.12	30 186.6	2.91	716.8
Michoacán	868.03	77 423.5	2.77	2 225.2
Puebla	273.65	27 023.8	3.2	705.2
Morelos (Nte.)	7.20	1 555.7	6.9	50.0
México y D.F.	449.60	41 521.1	2.43	1 090.9
Tlaxcala	59.00	7 741.0	1.5	270.6
Hidalgo (Sur)	28.90	978.4	0.24	6.9
Querétaro (Sur)	17.37	85.7	0.14	2.3
Veracruz	155.20	18 934.4	2.32	360.0
Colima	0.50	5.7	2.76	0.1
TOTAL	2 038.57	205 455.9		5 428.0
PROMEDIO			2.50	

Fuente: Inventarios forestales de las entidades federativas, SARH. SFF. INF. (1970-78).

4.4 LITERATURA CITADA

- AGUILERA H., N. 1969. Distribución geográfica y característica de los suelos derivados de Cenizas volcánicas de México. Panel sobre suelos derivados de Cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación IICA. AI. 12 Turrialba, Costa Rica.
- COMISION FORESTAL DEL ESTADO DE MICHOACAN. 1971. Inventario de los recursos forestales de Michoacán y sus posibilidades industriales. C F E M, Serie Técnica No. 7. 249 p.
- DE CZERNA, Z. 1968. Mexico city, its geological setting. Geotimes (E U A). 13(8):10-13.
- FLORES D., A. y ORTEGA, M. L. 1969. Fracciones húmicas y componentes inorgánicos de un suelo de Río Frío, Edo. de México. IV Congr. Nal. Cienc. Suelo. Monterrey, Méx. pp. 342-416.
- INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGIA E HISTORIA. 1974. El escenario geográfico. México Ed. Melo S.A. Tomos III 335 y 306 p.
- MIRANDA, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. Rev. Soc. Méx. Hist. Nat. 8:95-114.
- SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA. INF. 1978 Estadísticas del Recurso Forestal de la República Mexicana. México, D.F. Pub. 45. 32 p.
- SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA, DIRECCION GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1970. Inventario Forestal del Estado de Jalisco. Pub. 13. 70 p.
- SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA, DIRECCION GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1978. Inventario Forestal del Estado de Puebla. Pub. 44. 50 p.
- SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA, DIRECCION GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1971. Estudio de la vegetación forestal del Estado de Colima. México. 42 p.
- SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA, DIRECCION GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1974. Inventario Forestal del Estado de México y Distrito Federal. México. 82 p.

SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA, DIRECCION GENERAL
DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1975. Inventario
Forestal del Estado de Morelos. Pub. 32, México.
41 p.

SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA, DIRECCION GENERAL
DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1975. Inventario
Forestal del Estado de Tlaxcala. Pub. 31. 63 p.

SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA, DIRECCION GENERAL
DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1976. Inventario
Forestal del Estado de Querétaro. Pub. 40, 50 p.

SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA, DIRECCION GENERAL
DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1976. Inventario
Forestal del Estado de Hidalgo. Pub. 39, 62 p.

Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham.

5.1 INTRODUCCION

Rzedowski (1983), sólo reconoce 6 especies del género Abies distribuidas en nuestro país de las 8 que reconoce Martínez (1953), pero en la Región Central solo se presenta Abies religiosa además de algunos manchones en la Sierra Madre del Sur y en las serranías chiapanecas.

Se le encuentra en bosquetes aislados puros y mezclados, generalmente sobre laderas y cañadas, las áreas más grandes cubiertas por ésta especie se encuentran en las laderas que rodean al valle de México y le siguen en importancia las del Pico de Orizaba, el Cofre de Perote, el Nevado de Toluca, el Pico de Tancítaro y el Nevado de Colima. Manzanilla (1974) estima la superficie que ocupa esta especie entre 40 000 y 50 000 ha. (Fig.5.1).

5.2 MARCO ECOLOGICO

5.2.1. Clima.

Se le encuentra en áreas protegidas de vientos y de insolación intensa, entre pendientes de 17 y 60 %; requiere de condiciones de humedad elevada en el suelo y en la atmósfera; con precipitaciones superiores a 1000 mm, siendo el rocío un factor decisivo en su distribución. Sus lí-



Fig. 5.1. Area de distribución de Abies religiosa en territorio mexicano (Martínez, 1953).

mites altitudinales son 2 100 y 3 660 msnm, las temperaturas medias anuales varían de 7 a 15 °C con más de 60 días de heladas, lo cual describe a un clima Cw de acuerdo a Koeppen (1948).

5.2.2 Suelo

El sustrato generalmente es de origen volcánico, suelos profundos bien drenados con un perfil de 3 horizontes, con texturas de migajón arenoso y francas, un pH entre 5 y 7 prefiere condiciones de mayor fertilidad en lugares húmedos con exposición Norte.

Las condiciones de humedad elevada en el suelo son proporcionadas por una cobertura de musgo y una capa micelar abundante, Madrigal (1967) menciona que los factores del suelo que influyen decisivamente en el desarrollo del oyamel son el drenaje, la profundidad, textura, estructura y contenido de humus (hasta de un 70 %).



5.2.3. Especies asociadas.

En condiciones naturales el bosque es muy denso con condiciones de penumbra en los niveles inferiores, lo que limita los estratos herbáceo y arbustivo, esto es debido en parte a que ramifica desde niveles relativamente bajos. Sin embargo, frecuentemente aparece un estrato arbóreo inferior con especies de Pinus spp., Cupressus spp., Quercus spp., Alnus spp., Arbutus spp., Salix spp. y Prunus spp., el

estrato herbáceo contiene especies de la familia Compositae y algunos géneros como Alchemilla, Symphoricarpos y Senecio. Los bosques de oyamel tienen estrecha relación con hongos micorrícicos que es necesario estudiar con profundidad.

5.2.4. Sucesión

En cuanto a sucesión ecológica Madrigal (1967) dice que el bosque de oyamel es un climax, que después de su disturbio aparecen gramíneas amacolladas como Festuca, Stipa y Muhlenbergia; les siguen luego arbustos como Bacharis, Juniperus o Senecio; o bien Quercus, Arbutus, Arctostaphylos y Salix; posteriormente le sigue un bosque de Quercus seguido por Pinus y Alnus para finalmente establecerse nuevamente el bosque de Abies. Al respecto Manzanilla (1974) observó que cuando se abre o se quema un sitio, la regeneración de oyamel establece una dinámica con un sotobosque de pastos, hierbas y arbustos (frecuentemente Festuca, Senecio, Fuchsia y Salvia) a la que a la postre logra dominar si la perturbación no es muy extensa y no elimina totalmente el estrato superior de oyamel.

5.3. REGENERACION NATURAL

5.3.1. Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La floración es de febrero a marzo y la polinización de

marzo a abril. La edad de fructificación es entre 21 y 25 años, pero se tarda más en rodales muy densos. Se puede esperar producción de semilla cada dos años, de fines de diciembre a marzo del año siguiente y el porcentaje de germinación de semilla fresca puede esperarse de 45 % en el Valle de México (Madrigal, 1967).

Plagas de conos y semillas.

El mayor destructor de conos y semillas de Abies religiosa es el Lepidóptero Apolychrosis synchysis, que puede causar la muerte hasta del 90 % de la cosecha de conos; en orden de importancia le sigue Apolychrosis ferruginus que barrena los conos, los deforma e impide la dispersión de la semilla, infesta menos del 20 % de la cosecha. Dioryctria pinicolella ataca los conos en cuya superficie se observa excremento, mezclado con seda y resina cubriendo un orificio oval. Otros insectos menos importantes que atacan el cono son: Barbara sp, Megastigmus sp., Lonchea polita y Resseliella sp. (Cibrián et al., 1986).

Germinación

González (1985) estudió el comportamiento de la regeneración bajo tres condiciones de dosel y tres preparaciones del suelo que fueron para el caso: remoción, quema e incorporación y testigo (condición natural) y además bajo dos variantes de siembra: depositación y siembra. La germinación

fue más rápida en la condición de dosel abierto, será también ahí se tuvo mayor mortalidad de plántulas, sobre todo en la condición del suelo natural con depositación de la semilla (hasta un 75 %); la causa de mortalidad mas frecuente fue la sequía combinada con la insolación.

En general, se observó que la condición cerrada, sin preparación del sitio y con depositación de la semilla, fue la condición que proporcionó los resultados en cuanto a germinación y sobrevivencia.

Sin embargo, se considera que una vez establecida la regeneración se debe ir abriendo gradualmente el dosel para favorecer el crecimiento.

Sobrevivencia

Aunque Manzanilla (1974), no llega a conclusiones definitivas sobre la regeneración, si establece que el problema esta ligado con una correcta dosificación de la luz, los rodales muy densos no presentan regeneración y los muy iluminados tienen un sotobosque que compite con ventaja con las plántulas de oyamel. Entre estos extremos se encuentran las condiciones óptimas para la regeneración. Al respecto este autor encontró que donde el sotobosque:

- a) Falta por completo, no hay regeneración
- b) Cubre el terreno totalmente, tampoco hay regeneración.
- c) Cubre del 41 al 81 % del terreno, si hay regeneración.

Cuando se trate de un bosque de Selección se debe dar preferencia a Selección en grupos en lugar de individual, ya que ofrece mejores posibilidades de aumentar la luz al mínimo requerido por las plántulas de oyamel.

5.3.2. Cortas de regeneración

Manzanilla (1974) obtuvo información epidométrica y silvícola de 50 sitios en rodales puros de oyamel distribuidos en la Sierra Nevada, y en el Nevado de Colima; este autor clasificó los $p+5X$ rodales estudiados de acuerdo al grado de la intervención humana en masas vírgenes, masas naturales y masas explotadas; diferenció en total 9 estructuras, 5 en las vírgenes, 4 en las naturales y 1 en las explotadas y llegó a las siguientes conclusiones:

Las masas vírgenes siguen un proceso de desarrollo de "ciclo corto", o bien de "ciclo largo" dependiendo del momento en que se presente la regeneración, si ésta se presenta a mas tardar a final de la fase óptima, la masa seguirá un "ciclo corto"; por el contrario, si no se presenta la regeneración o es perturbada o retrasada por algún agente destructivo, la masa seguirá un "ciclo largo" que involucra además las fases: senil, de desintegración, bosque pionero y bosque de transición.

La fase óptima de masas vírgenes y que puede considerarse como meta, reviste las siguientes características: con gran

número de árboles relativamente bien repartidos en los estratos, vitalidad media, clase diamétrica 21-40 cm confinada al piso medio, edades entre 40 y 200 años, en los pisos medio e inferior es menor de 40 años, en el superior domina la edad de más de 100 años, Alturas en los pisos de 5, 27 y 61 m respectivamente, área basal de 121 m²/ha, pocos árboles muertos (12/ha), el incremento corriente anual en diámetro culmina entre 81 y 100 cm de diámetro normal y el incremento corriente anual total en volúmen es de 19.6 m³/ha/año.

El bosque virgen de oyamel es un bosque clásico de Selección que admite la modalidad de Selección en grupos y aclareos por lo alto, sobre todo cuando se buscan productos de grandes dimensiones.

En caso de requerirse productos de menores dimensiones o para la industria de celulosa, Manzanilla (1974) describe una estructura de bosque de oyamel con tendencia a la regularidad producto de perturbaciones (incendios) de por lo menos 25 años atras, pero con una alta productividad, dicha estructura presenta las siguientes características:

La mayoría de los árboles pertenecen a las categorías de edades de 10-60 años, posee 788 árboles/ha; el 83% pertenece a la categoría diamétrica 10-40 cm. La mayoría de los árboles concentrados en un solo piso. Altura promedio de 18 m vitalidad y dinámica elevada, este aspecto es observado por un alto índice de esbeltez (Altura un diámetro normal) de 79

como promedio y de 82 en el estrato medio, teniendo un máximo de 190. La mortalidad en el piso inferior es elevada.

La categoría diamétrica más productiva se encuentra entre 21 y 40 cm de (diámetro normal) y el más alto incremento corriente anual en volúmen que fué de 38.8 m³/ha/año. Una observación importante es que a medida que los árboles alcanzan individualmente el estrato dominante, disminuyen su incremento corriente anual, también el estrato medio presentó la mayor área basal en esta estructura que fué de 27 m²/ha aunque la total fue de 67 m²/ha. El incremento corriente anual de área basal en el D,N, fue de cerca de 2.3 m²/ha/año.

Esta estructura podría ser una meta a alcanzar como bosque regular, si es que es conveniente para la masa de la que parten las actividades de ordenación. La corta de regeneración recomendada es la de Cortas Sucesivas individual o en grupos.

5.3.3. Preparación del Sitio

González (1985) probó cuatro tratamientos de preparación del suelo (incluido el testigo) que fueron:

Natural.- No se aplicó preparación

Remoción.- Se removió la cubierta vegetal y el ocochal dejando expuesto el suelo mineral

Quema.- Se realizó una roza de la cubierta vegetal y posteriormente se quemó junto con el ocochal.

En dosel cerrado este tratamiento no se aplicó debido a la humedad.

Quema e incorporación.- Se hizo la roza, la quema y la incorporación al suelo de las cenizas. La incorporación se llevó a cabo a unos 15 cm de profundidad. En dosel cerrado solo se aplicó la incorporación.

Estos tratamientos se aplicaron bajo tres condiciones de dosel y dos variantes de siembra como ya se apuntó anteriormente; en el caso de la siembra, la semilla se enterró dos veces su tamaño. Los resultados indicaron que la combinación de dosel cerrado, suelo sin preparación y depositación de la semilla fué la que proporcionó mejor sobrevivencia.

En caso de buscar como meta del mejoramiento un bosque regular, es necesario eliminar la capa de materia orgánica que cubre el suelo en donde ésta impida el establecimiento de la regeneración, siendo el método más apropiado el de quemas controladas, las cuales se pueden aplicar en forma de mosaicos (Manzanilla, 1974).

5.4. DESARROLLO DE RODALES

5.4.1. Tratamientos intermedios

Control de la densidad

Para que la regeneración se establezca en el bosque de

oyamel se requiere de una intensidad de luz equivalente a la que proporcionan los grados de cobertura de 0.6 a 0.74 m². ya sea que se busque bosque regular o irregular [se recomiendan aclareos por lo alto con el fin de regular la competencia y concentrar los incrementos en los elementos de mejor capacidad de producción, lo mismo que para favorecer a un rodal inferior que desempeñe funciones de protección] (Manzanilla, 1974).

5.4.2. Calidad de estación.

Bojorges (1990) generó curvas anamórficas de índice de sitio para ésta especie en Zoquiapan, México (Fig. 5.2); éste autor tomó como edad base 60 años y los índices encontrados fueron 15, 25, 35 y 45 m ; se utilizó el modelo de Chapman-Richards cuya ecuación explícita resultó ser la siguiente:

$$H = IS \{ [1 - \exp(-0.02548 * E)] / [1 - \exp(-0.02548 * 60)] \}^{1.3238}$$

Donde:

H= altura dominante
IS= índice de sitio
E= edad

En la expresión anterior se puede sustituir H por IS cuando la edad sea de 60 años de donde resulta la ecuación:

$$IS = H \{ [1 - \exp(-0.02548 * 60)] / [1 - \exp(-0.02548 * E)] \}^{1.3238}$$

Con ésta ecuación se puede estimar el índice de sitio de cualquier rodal de oyamel en Zoquiapan, cuya altura dominante y edad sean conocidas.

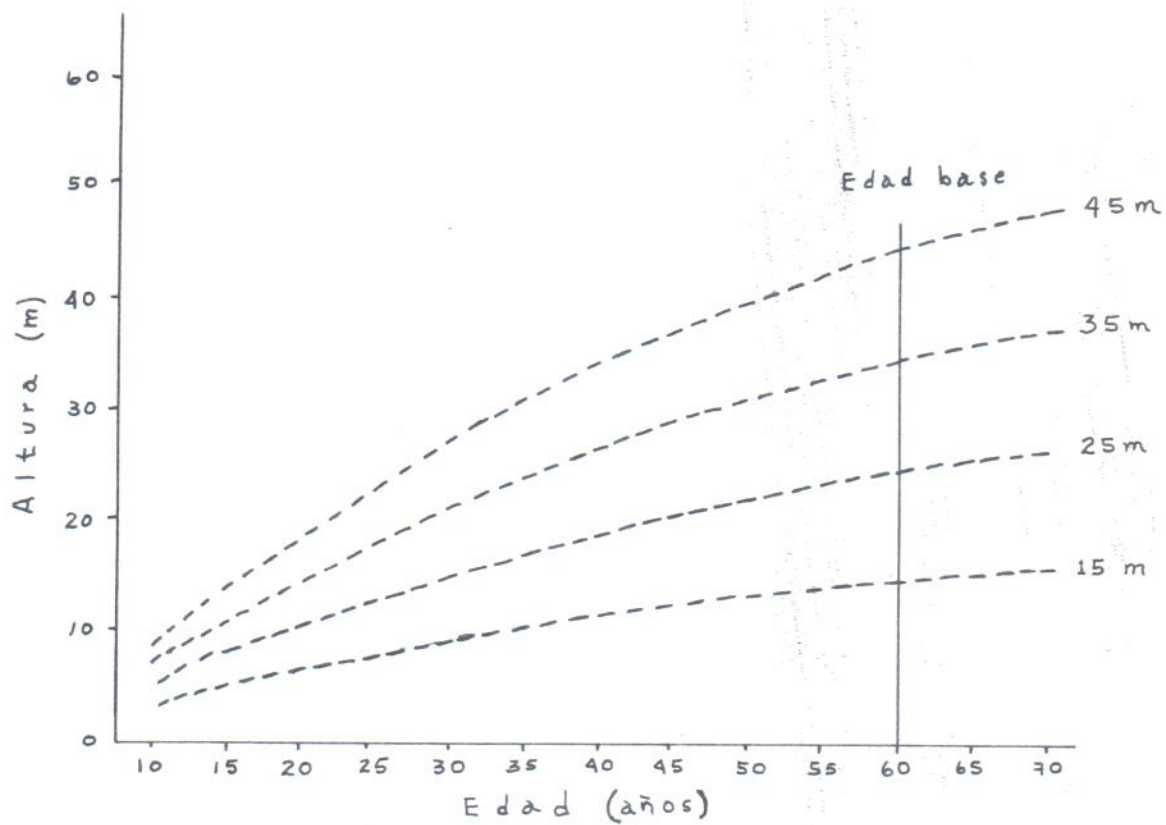


Fig. 5.2. curvas de índice de sitio para una edad base de 60 años en *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham. en Zoquiapan, México (Bojorges, 1989)

Este autor encontró que el óptimo crecimiento en altura ocurre a los 24 años de edad independientemente del índice de sitio.

5.4.3. Tablas de volúmen.

Rodríguez y Padilla (1976) encontraron que los volúmenes individuales de fuste limpio y total para ésta especie pueden estimarse con las expresiones:

$$VT = \text{Exp} (-9.6385 + 1.7812 \ln D + 1.0630 \ln H)$$

$$VL = \text{Exp} (-9.6385 + 1.7812 \ln D + 1.0630 \ln H + 1.3297 \ln (90 - 2H/45)).$$

donde:

VT= Volúmen de fuste total con corteza
VL= Volúmen de fuste limpio con corteza
H= altura total
D= diámetro normal
ln= logaritmo natural
Exp= Antilogaritmo

5.4.4. Estructura y crecimiento.

Manzanilla (1974), estudió el incremento corriente anual (ICA) en D.N. en sitios de 9 estructuras distintas en bosques de oyamel, llegando a las siguientes conclusiones importantes:

- a) Por la dinámica de la población que se crea en cada tipo de estructura, el ICA varía según la categoría de copa, la categoría diamétrica, la edad y la clase de árbol.
- b) El ICA es mayor durante los primeros 35-40 años.

- c) El árbol necesita cerca de 65 años para alcanzar un D.N. (sin corteza) de 30 cm, mientras que para los próximos 30 cm, se requiere un lapso de 160 años.
- d) Graficando las curvas de ICA e IPA (incremento periódico anual) encontró que éstas se cruzan por primera vez alrededor de los 100 años, lo que significa que el incremento transcurre muy lentamente y disminuye fuertemente hasta después de los 240 años.
- e) El mayor incremento corriente anual en área basal lo encontró en un tipo de estructura de bosque natural con cerca de $2.3 \text{ m}^2/\text{ha/año}$ y el menor fue de $0.6302 \text{ m}^2/\text{ha/año}$ en un bosque virgen.
- f) El mayor volúmen en pie lo encontró en un tipo de estructura de bosque virgen y fué de $1596 \text{ m}^3/\text{ha}$, el menor fue de $548 \text{ m}^3/\text{ha}$ en un bosque natural.
- g) El mayor incremento corriente anual en volúmen lo calculó en $39 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ en la estructura de bosque natural del punto e, el menor fue de $11.86 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ en un bosque virgen.

Con el objeto de obtener una guía que sirviera de base para tomar decisiones silvícolas, Pimentel y García (1979), estudiaron la estructura de un sitio dentro de un rodal de Abies religiosa que presentaba características aparentemente ideales de lo que se concebía como un bosque "normal" de selección, la característica más importante de este bosque es

su composición diamétrica completa; es decir, que confirma individuos representantes en cada una de las categorías diamétricas definidas, que en este caso fueron desde 15 cm. hasta 70 cm.

Estos autores utilizaron diversos modelos de regresión para ajustar los datos observados y de esta manera obtener datos rectificadas por categoría diamétrica de: tiempos de paso, incrementos diamétricos y alturas totales (Cuadro 5.1); para ajustar la distribución de los árboles por categoría diamétrica, los autores utilizaron el modelo de Liocourt modificado por Meyer (1952) $n=ae^{(bcd)}$ donde: n es el número de árboles/CD/ha; CD, las categorías diamétricas; e, la base de los logaritmos naturales; a y b, parámetros que indican la densidad relativa del rodal y la proporción en que disminuye el número de árboles de las categorías diamétricas sucesivas (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.1 Algunos datos de la estructura de un bosque de selección de Abies religiosa.

CD cm.	Tiempos de paso (años).	Incrementos diamétricos (mm)	Alturas totales (m)	No. de árboles.
15	12.43	2.88	12.42	75
20	9.84	4.10	16.15	58
25	8.54	4.83	19.05	45
30	7.77	5.32	21.41	35
35	.25	5.67	23.41	27
40	6.88	5.93	25.14	21
45	6.60	6.13	26.67	17
50	6.39	6.30	28.03	13
55	6.21	6.43	29.27	10
60	6.077	6.54	30.40	8
65	5.95	6.63	31.44	6
70	5.86	6.71	32.40	5

Fuente: Pimentel y García, 1979.

Cuadro 5.2 Vólumen óptimo/ha para un rodal de Abies religiosa calculado por Pimentel y García (1979), y Pimentel 1979. "

CD	Vol.Tipo m3	No.de árboles (Meyer)	Vol. /CD m3	No.de árboles (Gazin)	Vol. /CD m3
15	0.157	75	11.775	137	21.509
20	0.301	58	17.458	77	23.177
25	0.498	45	22.410	49	24.402
30	0.752	35	26.320	34	25.568
35	1.066	27	28.782	25	26.650
40	1.441	21	30.261	19	27.379
45	1.881	17	31.977	15	28.215
50	2.388	13	31.044	12	28.656
55	2.962	10	29.620	10	29.962
60	3.606	8	26.448	9	32.454
65	4.322	6	25.932	7	30.254
70	5.110	5	25.550	6	30.660
Total/ha			307.577	400	328.886

Adicionalmente Pimentel (1979) calculó el número de árboles/CD según el método de Gazin, quien encontró una relación entre el diámetro de Copa (D) y el diámetro normal (d), mediante la ecuación $n = 30800/d^2$. En el cuadro 5.2 se presentan los resultados que arrojan ambas metodologías, además se presentan los volúmenes óptimos por /ha para lo cual se auxiliaron de una tarifa de volúmenes.

El área basal que obtienen también con ambas metodologías es de 30 m³/ha, aproximadamente y los incrementos volumétricos son de 12m³/ha/año.

Hernández (1984) realizó un estudio de la estructura de un bosque natural de Abies religiosa en el Cofre de Perote, Ver.; éste autor tomó información en 19 sitios de muestreo en arbolado mayor de 10 cm. de DN y encontró las siguientes

características:

- a) Distribución diamétrica en forma de J invertida (Fig.5.3) que corresponde a la estructura de un bosque incoetaneo normal.
- b) Densidad media de 766 árboles/ha con rango de 80-4310 arb/ha.
- c) Area basal de arbolado en pie de 29 m²/ha con rango de 8-51.9 m²/ha.
- d) Diámetro normal medio de 30.3 cm. con rango de 18.7-42.6 cm.
- e) Edad media de 53 años con rango de 37-140 años.
- f) El daño por desmonte y cortes clandestinos se evaluó por el el area basal de tocones que fue en promedio de 15m²/ha con rango de 2 - 33 m²/ha.
- g) El area basal de la regeneración (árboles hasta 11 cm de DN) fue en promedio de 2.4 m²/ha con un rango de 0.4 8.0 m²/ha.
- h) El bosque se encuentra muy perturbado ya que el área basal de los tocones corresponde al 52% del área basal del arbolado en pie.
- i) El ICA medio en DN fue de 0.6 cm/año con rango de 0.18-0.98 cm/año.
- j) El ICA medio en volumen fue de 1.59 m³/ha con un porciento de incremento de 3.2% de las existencias reales (48.97m³/ha).

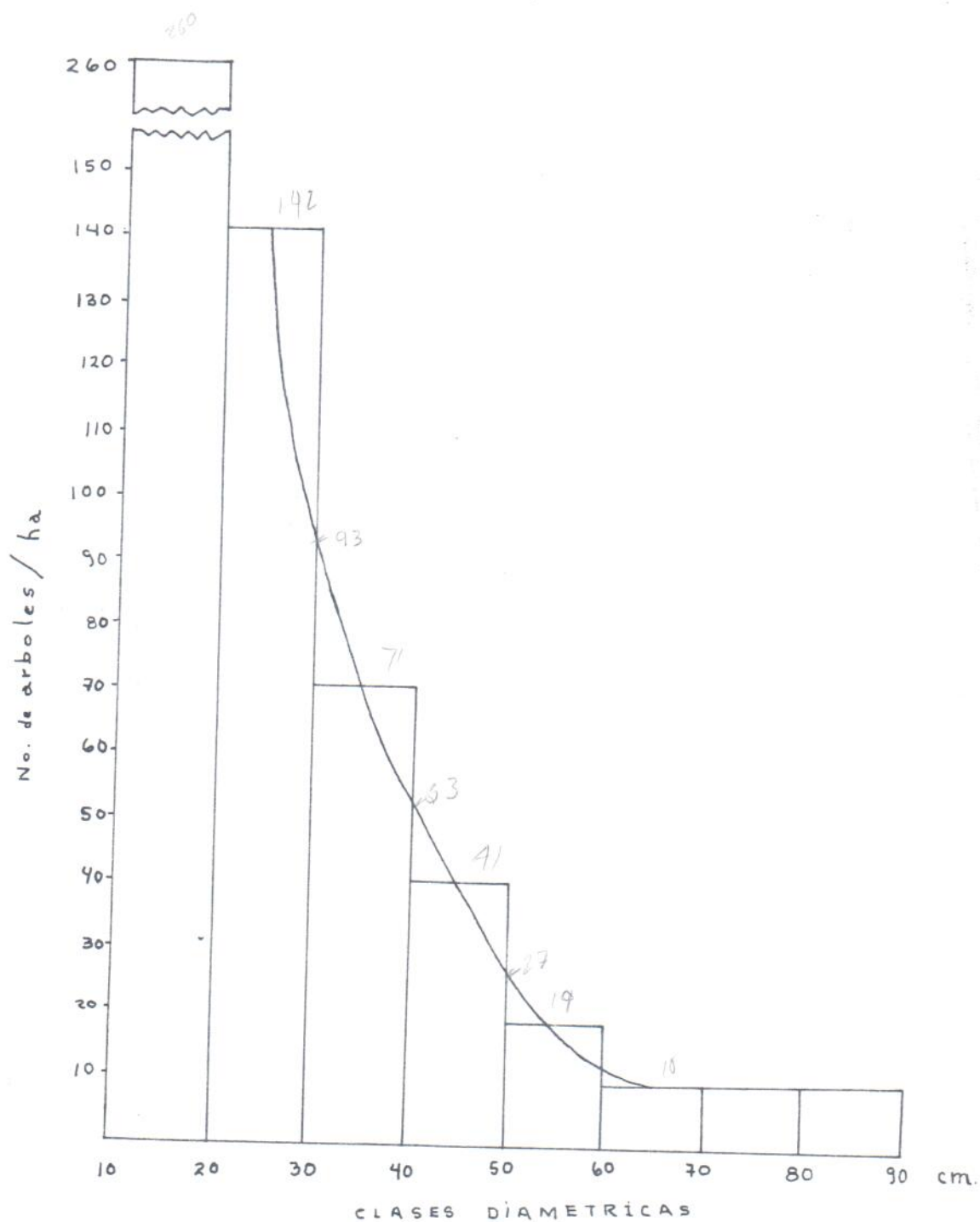


Fig. 5.3. Distribución diamétrica del oyamel en un bosque incoetaneo normal (Hernández, 1984).

- k) En el análisis de correlación de Edad/volumen se obtuvo una curva ascendente hasta un máximo de 2.17 m³ a la edad de 120 años (Fig. 5.4).
- l) La correlación de Edad/altura se puede observar graficamente en la Fig. 5.5 (aunque se debe tomar con reserva dado que no se diferenciaron calidades de sitio).
- m) La correlación DN/ICA en DN dio como resultado un máximo de 0.75 cm/año a los 45 cm de DN.
- n) Se detectó en la mayoría de las virutas del taladro de Preesler una respuesta a cortas de liberación de 27 años antes de este estudio.

5.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

El oyamel es atacado por los descortezadores Pseudohylesinus mexicanus, Scolytus ventralis e Hylurgops flohrí, el defoliador Evita hyalinaria blandaria, los hongos Fomes pinicola y Polyporus borealis y por la Loranthea Arceuthobium Abietis-religiosae (Manzanilla, 1974).

Brotes anuales esporádicos de Evita hyalinaria blandaria han surgido en los estados de México y Michoacán en donde se han combatido efectivamente con aplicaciones aéreas del bioinsecticida Bacillus thuringiensis cuando las larvas se encuentran en el segundo y tercer instar. Este insecto cumple su ciclo en un año, presentándose los adultos y las pupas en mayo y junio y las larvas durante el resto del año;

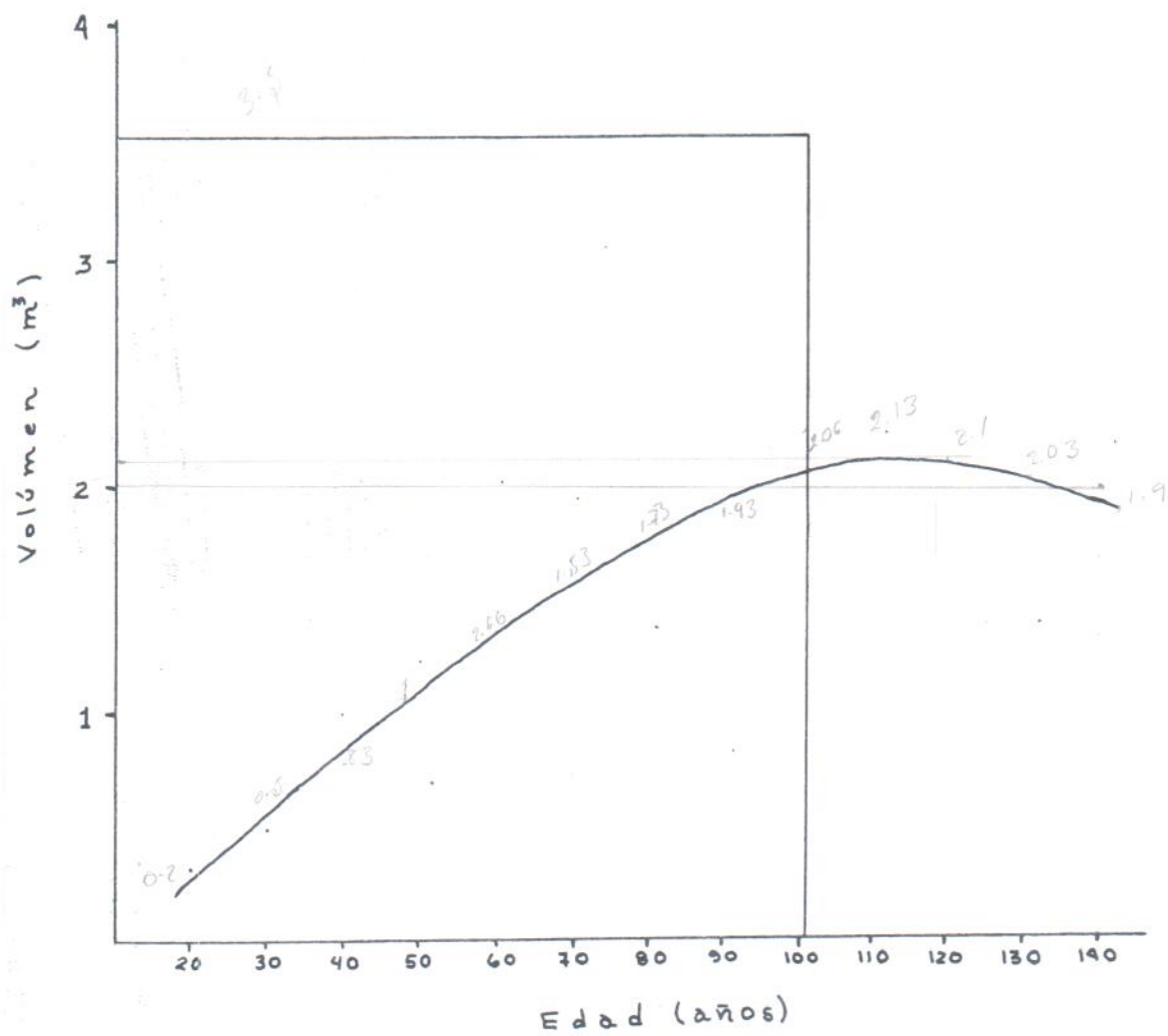


Fig. 5.4. Crecimiento en volumen del oyamel en el Cofre de Perote, Ver. (Hernández, 1984).

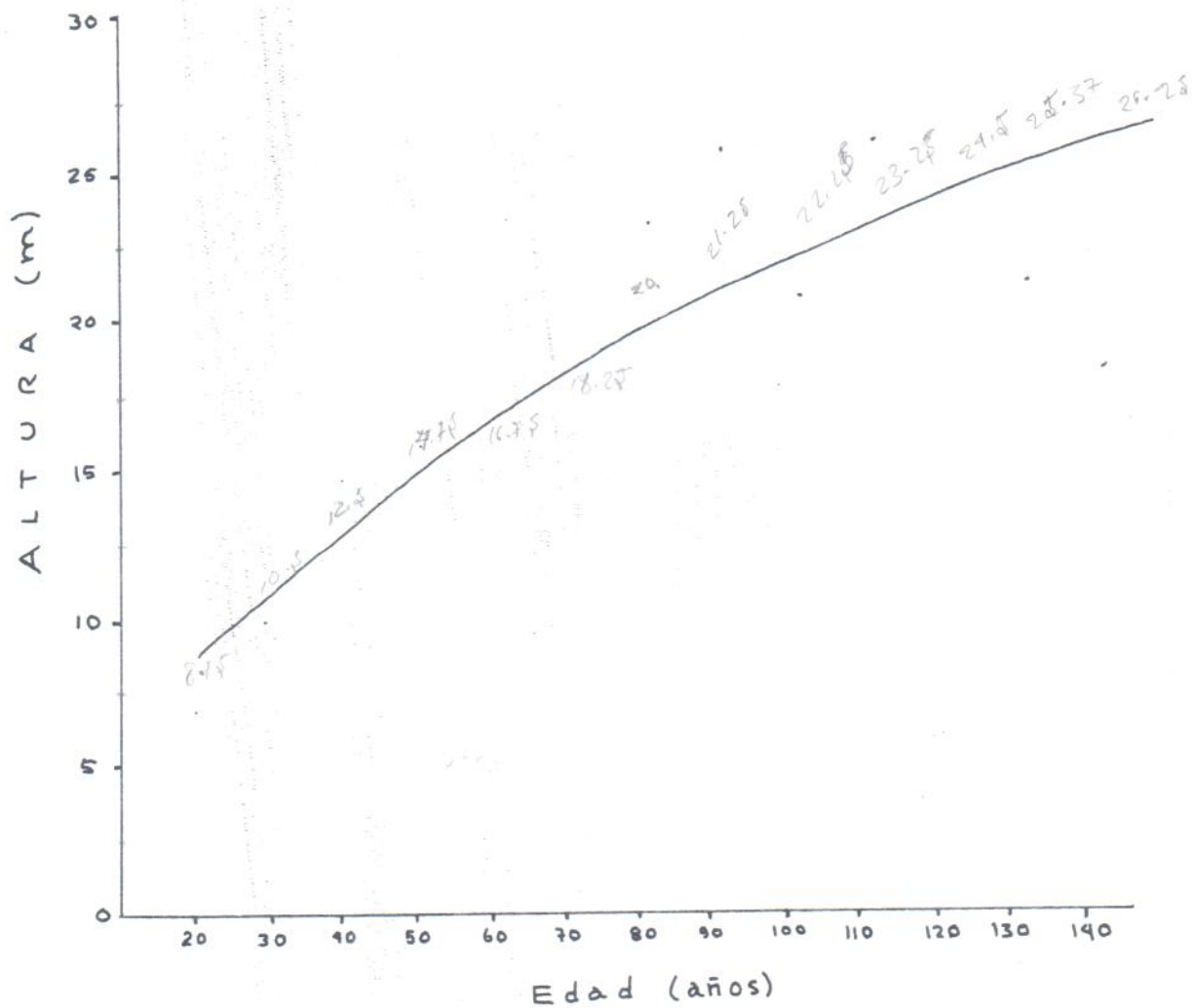


Fig. 5.5. Crecimiento en altura del bosque natural de oyamel en el Cofre de Perote, Ver. (Hernández, 1984).

en árboles maduros produce una defoliación ascendente dando una coloración café al bosque. La defoliación puede ser total o parcial provocando la muerte o bien la reducción del crecimiento (Aguilar, 1988).

5.6 LITERATURA CITADA

AGUILAR HERNANDEZ, H. 1988. Análisis de la campaña de combate del defoliador del oyamel Evita Hyalinaria blandaria (lep:Geometridae). Tesis de Ing. Agr. especialista en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx. 78 p.

BOJORGES SOSA, J. A.(1990). Índice de sitio para oyamel (Abies religiosa H.B.K. Schl. et Cham) en Zoquiapan, México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx. 57 p.

GONZALEZ GUILLEN, M. de J. 1985. Comportamiento de la germinación y crecimiento inicial de Abies religiosa(H.B.K.) Schl. et Cham., en diferentes aperturas de dosel, preparaciones al suelo y variantes de siembra en Zoquiapan, México. Tesis de Ing. Agr. esp. en bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx., 82 p.

HERNANDEZ MARTINEZ, A. 1984. Estructura y regeneración del bosque natural de oyamel (Abies religiosa H.B.K. Schl. et Cham., en el cofre de Perote. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah. 86p.

MADRIGAL SANCHEZ, J. 1967 contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham en el Valle de México, Inst. Nac. Invest. Bol. Tec. 18. México. D.F. 94 p.

MEYER, H.A. 1952 Structure, growth and drain in balanced unevenaged forest. Jour. For. 50: 85-92.

MANZANILLA BOLIO, H. 1971 influencia de algunos factores ecológico-silvícolas sobre el I,C,A, radial en Abies religiosa. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 118p.

- MANZANILLA BOLIO, H. 1974. Investigaciones epidométricas y silvícolas de bosques mexicanos de Abies religiosa. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 165p.
- MARTINEZ M. 1953. Los pinos mexicanos. 3a.ed. Ed. Botas, México, D.F. 250p.
- PIMENTEL BIBRIESCA, L. 1979. Determinación del volumen óptimo en bosques de Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx., 150p.
- PIMENTEL BIBRIESCA, L. y E. GARCIA MOYA. 1979. Determinación del volumen óptimo en bosques de Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham. Agrociencias (México) 37:76-94.
- KOEPPEN, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México. 478p.
- RZEDOWSKI, J. 1983. Vegetación de México. Limusa, México, D.F. 431p.

Pinus montezumae Lamb.

6.1 INTRODUCCION

La descripción morfológica de esta especie la hizo Martínez (1948) sobresaliendo las siguientes características: predominan fascículos con 5 hojas verde-oscuras, de 14 a 21 cm de largo, medianamente gruesas y fuertes, conos ovoides asimétricos de alrededor de 12.5 cm de largo. Esta especie presenta dos variedades: Pinus montezumae var. Lindleyi London que es el sinónimo de la forma típica y Pinus montezumae var. macrocarpa Martínez, que tiene el cono más grande (16 a 20 cm de largo) con escamas frágiles. Especie de amplia distribución en nuestro territorio, desde el sur de Chihuahua hasta las serranías del sur y sureste del país, extendiéndose hasta El Salvador (Fig.6.1). Su rango altitudinal es de 900 a 3350 m.s.n.m., alcanzando su mejor expresión entre los 2400 y 2800 m.s.n.m. (Mirov, 1967, en Eguiluz, 1978). En la región Central es una de las especies maderables de mayor importancia económica, se le emplea en triplay, celulosa, cajas de empaque, puntales para minas, durmientes, postes, muebles, duelas y en la producción de resina, también se ha empleado para reforestar y recuperar suelos degradados.



Fig. 6.1. Distribución de Pinus montezumae en la República Me-
xicana (Martínez, 1953).

6.2.1 Clima

Templado, con precipitaciones de 600 a 1 200 mm anuales repartidos de junio a septiembre siendo julio y agosto los meses más lluviosos y marzo el más seco. La temperatura media de su área de distribución oscila alrededor de 12°C, con extremas mínimas de -14°C y máximas cercanas a 40°C. Los meses más calientes son marzo y abril, descendiendo levemente hasta octubre en que vuelve otra vez a ascender ligeramente para volver a bajar en el invierno. Se presentan indicios de nevadas; las heladas ocurren con mayor frecuencia y son de 6 a 15 por año (Eguiluz, 1978).

6.2.2. Suelos

Varios estudios de suelo; demuestran que esta especie frecuenta los de origen volcánico, montañosos con buen drenaje. En el Eje Neovolcánico habita sobre suelos oscuros, grisáceos, migajón arenosos y de 1 a 4 m de profundidad. Ricos en N, Ca, K y materia orgánica pero relativamente bajos en P; con pH de 5.4 a 6.9. En Michoacán se le ha visto sobre suelos amarillo rojizos o grisáceos arcillo limosos o migajón arenosos, profundos, de buen drenaje y con pH de 6.5; contenidos medios en M.O. y N, pero bajos en Ca, K y P. En realidad se ha visto que en los suelos profundos y bien drenados se encuentran los mejores ejemplares. En los primeros 3 a 5 años se mantiene en estado

cespitoso, pero después se desarrolla con buenos incrementos (Eguiluz, 1978).

6.2.3. Especies asociadas

Forma masas puras de varias decenas de hectáreas, pero es más común encontrarlo en asociación con otras especies del mismo género como P. hartwegii, P. rudis, P. pseudostrobus, P. leiophylla, P. lawsoni, P. michoacana, P. douglasiana, P. ayacahuite típico y su var. veitchii y P. teocote. También se asocia con Abies religiosa, Cupressus lindleyi, Alnus firmifolia y Quercus sp.. En el Campo Experimental de San Juan Tetla se mezcla en su límite inferior (2700 m snm) con P. leiophylla y P. teocote y en su límite superior (3400 m snm.) con P. hartwegii (Rodríguez , 1980).

6.2.4. SUCESION

Ern (1973), citado por Rzedowski (1983), opina que las comunidades dominadas por P. montezumae, P. leiophylla, P. teocote, P. rudis, P. oaxacana y algunas de P. hartwegii son secundarias y el climax le corresponde a bosques de Abies religiosa, Cupressus lindleyi, Pinus ayacahuite y P. pseudostrobus.

Litte (1962), citado también por Rzedowski (1978) cree que los pinos distribuidos en el límite inferior de su distribución son los que constituyen fases sucesionales mantenidas por el fuego, como es el caso de Pinus oocarpa y el de P.

patula. También piensa que los bosques de coníferas de la Sierra Madre Occidental dan la apariencia de ser bosques climax, y Rzedowski (1978) opina que también lo son los de P. hartwegii, P. ayacahuite y P. pseudostrobus

6.3 REGENERACION NATURAL

6.3.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

En P. montezumae los primordios florales se forman durante los meses de febrero y marzo, debiendo transcurrir un período de 12 meses para que las flores masculinas y femeninas adquieran su completa madurez (Niembro , 1986); como en las mayorías de las especies de pino, el cono llega a la madurez al fin del Otoño (diciembre), siete u ocho meses después de la fertilización; es decir, que se requieren dos estaciones de crecimiento para que los conos y semillas alcancen su madurez. La etapa reproductiva en el bosque natural se inicia a los 14 años, sin embargo bajo cultivo fuera de su habitat natural como en el Distrito Federal, puede ocurrir a los 10 años (Patiño, 1973).

La mejor época de colecta de conos fue determinada entre los primeros días de diciembre y mediados de enero (Ramirez , 1985).

Pérez et al . (1988), estimaron la producción de conos de esta especie en el Campo Experimental San Juan Tetla. Ellos obtuvieron la frecuencia de conos de árboles de cuatro estratos verticales en tres clases de coberturas, encontrando los siguientes resultados:¹

- a) El promedio de conos por árbol (dominantes y codominantes) independientemente del tipo de cobertura fue de 779.
- b) En la cobertura abierta, el promedio de conos por árbol (dominantes y codominantes) fue de 168.
- c) En la cobertura intermedia el promedio fue de 1285 conos/árbol (dominantes y codominantes).
- d) En la cobertura cerrada se obtuvieron 171 conos/árbol (dominantes y codominantes).

Además se probaron sus modelos de predicción de la producción total de conos, siendo elegido por su mejor ajuste el modelo general linealizado:

$$\log CT = 1.5477232 \log DN - 1.35421437 \log ALT + 0.77962505 \log VC + E_i.$$

donde:

CT = Producción total de conos por árbol

DN = Diámetro normal

ALT = Altura de árbol

1. Datos recalculados para el presente trabajo.

VC = Volúmen aparente de copa.

Las conclusiones que se derivaron de éste estudio fueron:

- a) La producción total de conos por árbol presentó una alta variación debido a las diferentes condiciones de desarrollo de los árboles muestreados.
- b) Las características de mayor influencia en la producción de conos son el diámetro normal, la altura total, el diámetro de copa promedio y el volúmen aparente de la copa.
- c) La cobertura de dosel media es la que presentó mayor producción de conos por árbol, en comparación con las coberturas abierta y cerrada.
- d) La posición sociológica con la mayor producción de conos es la dominante, seguida por la codominante y la intermedia. Los árboles suprimidos se caracterizaron por ausencia de conos.

Musálem (1984), encontró en promedio 144 semillas por cono con un promedio de germinación de 37 %, este autor propone utilizar, la longitud, el diámetro y el peso fresco de conos para predecir el número de semillas, peso de semillas y semillas llenas por cono.

Plagas de conos y semillas

Elaborando una tabla de vida Arceo (1980) evaluó los factores de mortalidad de conos y conillos de esta especie en un área semillera a partir de una cohorte de 1000 con-

llos; encontró 13 factores de mortalidad que en total destruyeron al 77.40 % de la cohorte (Cuadro 6.1).

Cuadro 6.1 Factores de mortalidad de conos y conillos de Pinus montezumae.

FACTOR	MORTALIDAD %
<u>Conophthorus ponderosae</u>	41
Semilla vana	11.19
<u>Cronartium conigenum</u>	7.46
Por competencia entre conillos	4.6
<u>Cecidomya bisetosa</u>	4.39
<u>Dioryctria pinicolella</u> *	3.41
<u>Cydia montezumae</u> *	1.95
<u>Apolychrosis synchysis</u> *	0.73
<u>Megastigmus albifrons</u> *	0.58
<u>Asynapta</u> sp.	0.22
Depradación	0.11
Desconocido	0.08
T O T A L	77.40

Nota: * Nueva nomenclatura según Cibrián et al. (1986).
Fuente: Arceo, 1980.

Apolychrosis synchysis es el lepidóptero más destructor de conos y semillas de Pinus montezumae, pues se han encontrado infestaciones hasta de un 70%, Conophthorus conicolens causa la muerte hasta de un 60% de conos, Megastigmus albifrons hasta de un 4% y cada larva de Cydia montezumae destruye de 8 a 10 semillas, existiendo hasta 12

larvas por cono de ésta especie de pino, que es el principal hospedero (Cibrián, et al. 1986).

Dispersión

Acosta (1986) estudiando la dispersión, cantidad y calidad de la semillas de la especie en cuestión, utilizando trampas bajo 3 condiciones de dosel obtuvo los resultados del Cuadro 6.2 en donde se puede apreciar que la mejor calidad se presentó en el bosque natural con un 63% de semillas llenas, en el bosque con corta parcial se obtuvo un poco más del 50% de semillas llenas del total que cayeron ha, la más baja calidad se obtuvo en la matarraza con un promedio de 36.7 % de semillas llenas.¹

En cuanto a dispersión este autor observó dos periodos; de febrero a abril y de mayo a junio. Para mediados de marzo ya se había dispersado más del 50 % de semillas llenas,. La distancia de dispersión varió de 15 a 45 m, pero a fin de asegurar al menos un 70 % de semillas llena en fajas de matarraza, estas podrían hacerse con una anchura máxima de 25 m; aunque el hecho de obtener mejor calidad de semilla en el bosque natural, induce a pensar que es mejor usar la variante de arboles padres en grupos.

Este autor recomienda probar otras alternativas diferentes de matarraza en fajas como pueden ser círculos,

1. Datos recalculados para el presente trabajo.

triángulos y cuadrados; e investigar la dispersión de semilla en diferentes densidades residuales.

Cuadro 6.2 Cantidad y calidad de semillas de Pinus montezumae Lamb. bajo 3 condiciones de dosel.

Calidad semillas	Matarraza		Corte	parcial	Bosque natural	

miles de semillas/ha						

Llenas	94	36.7 %	1890	52.3 %	2 104	63 %
Vanas	58.5	22.9	638	17.7	511	15.3
Abortivas	103.5	40.4	1083	30	721	21.7

Total	256	100	3611	100	3 336	100

Fuente: Acosta, 1986.

Depredación

Musálem (1984), en una serie de experimentos encontró que los roedores consumen más semillas que los pájaros y que entre ambos consumen hasta un 78 % de semilla no protegida que se depositó en el piso forestal.

Germinación

Terrazas (1986) con el fin de apresurar al tiempo de apertura de conos de la especie en cuestión probó dos tipos de estufa, cinco tamaños de cono y seis rangos de temperatura llegando a las siguientes conclusiones de relevancia para este trabajo:

- a) Al utilizar estufas sin circulación de aire, las

temperaturas mayores de 40°C afectan negativamente el porcentaje de germinación; absteniéndose únicamente un 15.71 % de germinación.

- b) En estufas con circulación de aire se pueden utilizar temperaturas hasta de 70°C sin afectar significativamente los porcentajes de germinación, en este caso se obtuvo un 69.85 %.
- c) Los mejores porcentajes de germinación (similares a los de secado al aire libre) para cualquier tamaño de cono, se obtienen empleando estufas con circulación de aire a 40, 50 y 60°C durante un período de 36, 28 y 23 horas respectivamente.
- d) La temperatura de 120°C resultó letal a las semillas.

Zendejas (1971) probó el efecto del fuego en conos y semillas de Pinus montezumae y P. oocarpa en condiciones de laboratorio:

- a) Los lotes de semillas fueron calentados durante una hora a temperaturas de 50 a 100°C, con intervalos de 10°C.
- b) Los lotes de conos se sometieron a temperaturas de 50°C a 500°C con intervalos de 50°C, en ambos casos se realizaron posteriormente pruebas de germinación.

Otra prueba consistió en sembrar semilla de ambas especies en cajas con tierra de monte a 1 cm de profundidad,

se colocó una capa de 2.5 cm de virutas de madera y se le prendió fuego hasta reducir a cenizas, se registraron temperaturas superficiales a nivel del suelo mineral y se registró la frecuencia de emergencia de las plántulas.

Zendejas (1971) concluye que las altas temperaturas de 50 a 100°C no afectan el porcentaje de germinación, pero si influyen en el período de germinación. en P. montezumae lo retardan y en P. oocarpa lo aceleran; Pinus oocarpa resiste con mayor eficacia las altas temperaturas que el P. montezumae.

Se recomienda emplear secuelas de secado de cono en estufas con temperaturas que oscilan alrededor de 50°C, y el uso de quemas controladas pero que no sobrepasen la temperatura letal de 125°C durante 15 minutos.

En trabajos de laboratorio Musálem (1984), encontró que las semillas de esta especie no germinan a menos de 5°C ni a más de 40°C.. El rango óptimo de germinación es entre 20 y 30°C considerando temperatura y fotoperiodo, la la germinación óptima se obtuvo con 16 horas de luz a 15°C y con 8 horas de luz a 25°C.

En otro experimento del mismo autor se concluye que la germinación de la semilla decrece significativamente con el incremento del periodo de estratificación (desde 0 a 25 días).

Bajo condiciones de campo, este autor no observó

desde su dispersión hasta su germinación, ni tampoco encontró efecto de la espesura del rodal sobre el porcentaje de germinación; aunque en otro experimento el mismo autor encontró que la capacidad de germinación se reduce cuando la luz interceptada alcanza un 50 %. También observó en otro trabajo que todo disturbio al piso forestal reduce la germinación si se mantiene la espesura cerrada y cuando se abre la espesura se incrementa la germinación independiente del tipo de disturbio al piso forestal, siendo los disturbios probados: remoción de la vegetación herbácea y remoción del mantillo y la vegetación herbácea para exponer el suelo mineral.

Sobrevivencia

Bajo una serie de experimentos con siembra de semilla y plántulas en campo, Musalem (1984) obtuvo algunas conclusiones que sirven de base para el manejo temprano de la regeneración natural.

Probando intensidades de luz encontró que:

- a) Plántulas jóvenes redujeron su crecimiento diamétrico bajo condiciones extremas de intercepción de luz.
- b) El efecto de los tratamientos de sombreado no tuvo efecto significativo sobre la mortalidad de plántulas.
- c) Solo en casos de extrema intercepción de luz se afectó la producción de materia seca de las plántulas.

Probando el efecto de radiación solar y humedad aprovechable sobre la sobrevivencia de plántulas de tres edades (3 meses, 1 año y 2 años) encontró lo siguiente:

- a) La mortalidad de plántulas jóvenes es casi de un 80 % de septiembre a junio debido a radiación solar y/o la sequía.
- b) De enero a junio la mortalidad en plántulas de un año es de 40 % y en las de dos años de un 10 %.
- c) La protección parcial contra de la radiación solar directa incrementa ampliamente la sobrevivencia de plántulas jóvenes, moderadamente en las de 1 año y es imperceptible en las de dos años.
- d) La sombra afecto la producción de materia seca en plántulas jóvenes.
- e) El riego adicional efectuado no influyó en la sobrevivencia.

Evaluando la influencia de las bajas temperaturas sobre plántulas de 3 edades encontró que:

- a) La combinación de los factores sequía y frío afectó drásticamente la sobrevivencia de plántulas de 0.5 a 3.5 meses de edad y en cambio casi no afecto las de 16.5 a 28 meses.
- b) El período más crítico fue de octubre a mayo cuando frío y sequía coinciden en la zona.

- c) El tratamiento que combinó protección contra frío y riego adicional, resultó con la más alta sobrevivencia.
- d) No obstante, fue más determinante en la sobrevivencia el factor edad que los riegos y la protección esta última consistió en cubrir las plántulas con una bolsa de polietileno montada sobre un marco de madera de 60 x 60 x 30 cm, que (se colocaba por la tarde al ponerse el sol y se removía al salir, excepto cuando había temperaturas de 0°C y menores).

Probando el efecto de sombra de copas y tratamientos a la cama de germinación sobre las plántulas, obtuvo las siguientes conclusiones:

- a) El disturbio al piso forestal reduce la germinación si se mantiene la espesura cerrada.
- b) Cuando se abre el dosel se incrementa la germinación y esta se incrementa en proporción al grado de disturbio (remoción de vegetación herbácea y además de mantillo).
- c) Dos daños se observaron en las plántulas: mortandad por hongos e insolación y/o sequía, los hongos dañaron más en rodales sombreados, la insolación y/o sequía en rodales abiertos.
- d) El daño por hongos disminuyó con el grado de alteración al suelo.
- e) Los tratamientos al piso forestal incrementaron el daño

por insolación y/o sequía y este fue más drástico con tendencia a incrementar con el grado de alteración del suelo.

- f) No es posible el establecimiento de plántulas en rodales naturales no cortados en algún grado aún cuando se dé tratamiento al piso forestal.

Evaluando el efecto de competencia del sotobosque sobre la sobrevivencia de plántulas en su primer año de establecimiento, Musálem (1984) concluye:

- a) Ni la competencia de las raíces de los árboles, ni la vegetación herbácea, influyeron la sobrevivencia de plántulas ni tampoco su producción en materia seca.
- b) La sobrevivencia se incrementó notablemente con el riego adicional.
- c) La más alta mortalidad ocurrió de Febrero a Mayo, cuando las bajas temperaturas y la ausencia de precipitación coinciden en el área.
- d) La apertura de surcos para eliminar competencia de raíces hizo decrecer la sobrevivencia en plántulas no regadas.

Patiño (1970), sometió plántulas de 18 meses de edad a tratamientos de 24, 16, 14, 10, 8 y 6 horas de iluminación; por cada 24 horas y durante un período de 6 meses. La respuesta fue un mayor crecimiento en altura con respecto

al testigo sin diferencia significativa entre tratamientos, pero se acentuó la formación y crecimiento de yemas en los tratamientos de 24, 16 y 14 hr de iluminación; esto hace suponer que se logró romper el estado cespitoso.

6.3.2. Cortas de regeneración

Al respecto Musálem (1984) establece que los rodales de Pinus montezumae han de ser manejados bajo un cierto grado de protección en el estado temprano de la regeneración, ya sea bajo la espesura de rodales naturales o con protección parcial de árboles adyacentes. En el primer caso el rodal puede ser abierto gradualmente para permitir el establecimiento de la regeneración y la corta de liberación se deberá realizar después del segundo año; es decir que esta especie se debe tratar con cortas sucesivas o alguna de sus modalidades.

En el segundo caso, es posible utilizar matarraza en fajas angostas para reducir el efecto de exposición de plántulas jóvenes a radiación solar y a bajas temperaturas, es posible realizar fajas no más anchas que la altura de los árboles circundantes.

El método de selección sin tratamiento al piso forestal, que es el que ha sido usado tradicionalmente, para regenerar la especie no es la mejor alternativa.

6.3.3.. Preparación del sitio

Musálem (1984) evaluó algunos factores que influyen en la supresión de la regeneración natural esta especie; para ello estableció plántulas bajo ocho tratamientos, cuatro de los cuales incluyeron riegos de auxilio.

Los factores principales que se probaron fueron la eliminación de la vegetación herbácea, la apertura de surcos para eliminar raíces superficiales de los árboles y una combinación de ambas condiciones, los resultados fundamentan la conclusión de que: cualquiera de los tratamientos o su combinación, pero sin riego, no afectan la sobrevivencia de las plántulas ni la producción de materia seca, por otra parte la mortalidad más alta se presentó de febrero a mayo cuando las bajas temperaturas y ausencia de precipitación coinciden en el área.

En otro experimento el mismo autor probó tres formas de tratamiento a la cama de germinación que fueron: sin disturbio, remoción de vegetación herbácea y remoción de mantillo y vegetación herbácea para exponer el suelo mineral, todo en tres tipos de cobertura de dosel; las conclusiones sobresalientes derivadas de este trabajo son tres: a) que se requiere algún grado de corta parcial para incrementar la germinación b) Que la germinación se incrementa conforme al grado de disturbio a la cama de germinación y c) Que se presenta alta mortalidad de plántulas por fungosis en rodales muy sombreados y también por insolación y/o sequía en rodales

abiertos.

Alvarado, et al. (1988), evaluaron las cargas de combustibles vivos y muertos y también las capas de mantillo y humus en un rodal poco perturbado de la especie, realizó además quemas controladas cuyo comportamiento del fuego fue estimado por el modelo propuesto por Rothermel (1972), el cual considera ocho características de los combustibles y dos ambientales para predecir la velocidad de propagación.

La carga de combustibles muertos encontrada por los autores mencionados y clasificados de acuerdo a Fosberg (1972) se muestran en el Cuadro 6.3.

Cuadro 6.3 Carga de combustibles muertos en rodales de P. montezumae Lamb.

Combustibles muertos	Carga en ton/ha
Clase I	0.181
Clase II	1.899
Clase III	1.911
Clase IV	12.975
Piso Forestal	48.623

Fuente: Alvarado, 1986.

La carga de combustibles vivos fue estimada en 0.3696 Kg/m^2 y la total (sin incluir arbolado) de 6.496 Kg/m^2 . En esas condiciones se observó una velocidad de propagación de 41.30 m/min , una altura de llama de 0.60 m , una altura de chamuscado de 0.41 m y una intensidad lineal frontal de 883.31 Kw/m ; estas características del fuego no representaron

peligro alguno de mortalidad para el arbolado maduro.

6.4. DESARROLLO DE RODALES

6.4.1. Tratamientos intermedios

Control de la densidad

Rodríguez (1987) estimó el efecto de competencia sobre el crecimiento de los árboles individuales en un rodal incoetáneo de la especie en cuestión y obtuvo las conclusiones siguientes:

- a) En rodales de edades múltiples de esta especie, la altura total del árbol es el mejor indicador de la eficiencia del mismo para aprovechar el espacio de crecimiento en condiciones de competencia.
- b) Las principales variables que determinan el espacio de crecimiento que ocupará un árbol de la especie, en un rodal de edades múltiples son la altura total del árbol de interés y la distancia promedio entre sus más cercanos competidores.
- c) El área superficial de copa de un árbol esta altamente relacionada con el incremento periódico anual en volumen del mismo.
- d) El índice de competencia expresado como la distancia promedio de un árbol con sus más cercanos competidores puede ser usado para estimar el crecimiento potencial de

árboles individuales.

Podas

Vera (1981) probó 10 tratamientos de poda a una plantación de 21 años de la especie de interés y concluye lo siguiente:

- a) A mayor intensidad de poda, incrementa el número de verticilos producidos.
- b) La influencia de la poda en el incremento en diámetro y en altura no fue detectable a un año de la poda.
- c) Al aumentar la intensidad de poda, incrementa el número de brotes epicórmicos.
- d) Tentativamente este autor sugiere al tratamiento de dejar nueve verticilos como el más recomendable, ya que produjo el mayor número de nuevos verticilos y tuvo el menor número de brotes epicórmicos.

6.4.2. Calidad de Estación

De un estudio del crecimiento y rendimiento de la especie en cuestión para la cual se empleó la información proveniente de 81 análisis troncales, Rodríguez (1982), determinó los índices de localidad y la influencia de las propiedades edáficas sobre el arbolado con fines de predicción de la productividad del bosque. Dicho autor utilizó como variables predictivas tres rangos altitudinales, tres exposiciones y tres posiciones sobre la pendiente. A continuación se presentan las conclusiones del estudio:

- a) Se determinaron tres calidades de estación para el P. montezumae calificados a 50 años: rico, medio y pobre en las cuales los desarrollos en promedios en altura a esa edad fueron respectivamente: 24.84 m, 24.15 m y 22.27 m (Fig. 6.2).
- b) Las propiedades del suelo que mayor influencia presentaron en su desarrollo en altura y que determinan la capacidad productiva son: pH, contenido de limo y arcilla de la capa de suelo de 0-50 cm de profundidad.
- c) Respecto a las exposiciones se observa en el Cuadro 6.4 que la exposición Sur presenta el mejor desarrollo en altura.

Cuadro 6.4 Calidad de estación en relación a la exposición .

Exposición	Desarrollo en altura en m a los 50 años		
	Calidad de estación		
	Rica	Media	Pobre
Norte	23.2	22.82	21.05
Sur	26.36	25.23	24.43
Este	24.78	24.63	24.67

Fuente: Rodríguez, 1982.

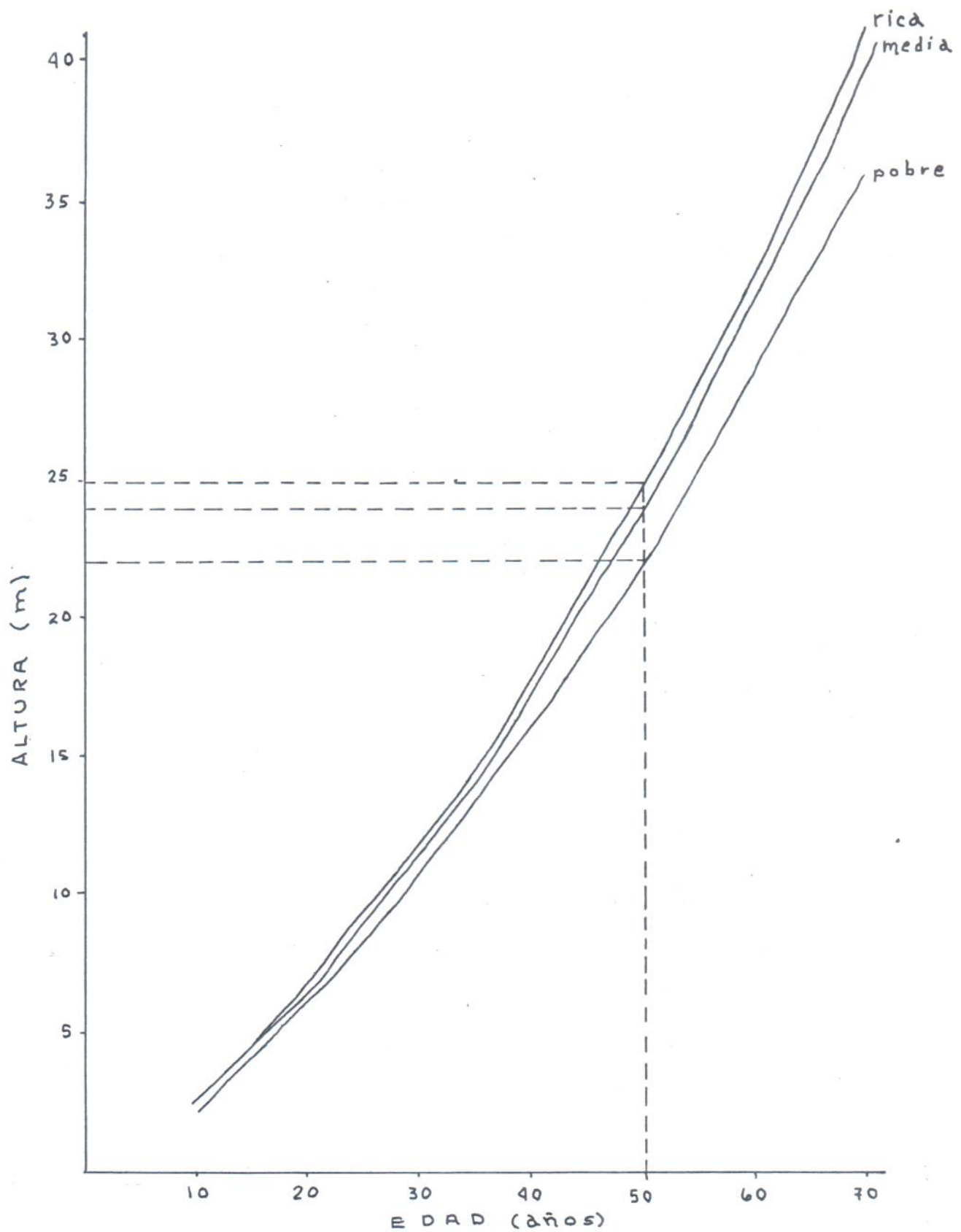


Fig. 6.2. Indices de sitio a la edad base de 50 años para *Pinus montezumae* Lamb., en condiciones generales de crecimiento en el C.E.F. San Juan Tetla, Pue. (Rodríguez, 1982).

6.4.3 Tablas de volúmen

Carrillo (1984) seleccionó y ajustó dos modelos para relacionar la edad con los volúmenes con y sin corteza, siendo respectivamente los siguientes:

$$\text{Log Vcc/ha} = 12.369903 + 352.700745 \log \text{ed} - 174.80076315 \text{ed}^2$$

Donde:

Vcc= Volumen con corteza

Vsc= Volumen sin corteza

ed= Edad del arbolado.

6.4.4 Estructura y crecimiento

En este aspecto el estudio de Rodríguez (1980), es el que reporta más información ya que logró conocer a través de análisis troncales, el comportamiento del crecimiento e incremento en diámetro, altura y volúmen en tres rangos altitudinales: 3000-3100, 3101-3200 y 3201-3300, en tres exposiciones: Norte, Sur y Este; y en tres posiciones de los árboles sobre la pendiente: baja, media, media Alta. Sus principales conclusiones son las siguientes:

- a) El tamaño máximo en altura se obtiene en las altitudes de 3101-3200.
- b) El incremento en diámetro no presenta diferencia debido a este factor.
- c) El mayor crecimiento en altura se obtiene en las exposiciones Sur y Este.
- d) El mayor crecimiento en diámetro y volúmen en la

exposición Este.

e) El incremento medio anual en altura culmina a los 40 años de edad independientemente de la exposición, el incremento medio anual en diámetro culmina a los 40 años en las exposiciones Norte y Este y a los 30 años en la Sur; el incremento medio anual en volúmen culmina a los 70 años independientemente de la exposición.

f) La posición del árbol en la pendiente no influye en el crecimiento, incremento medio e incremento corriente anual en altura y diámetro, sin embargo el mejor desarrollo se da en la parte baja de la pendiente.

Con datos dasométricos de 30 sitios de muestreo en rodales coetáneos, Carrillo (1984) usando técnicas de regresión, elaboró una tabla de producción empírica (Cuadro 6.5) para una calidad de estación media y para una densidad promedio, llegando a las siguientes conclusiones:

a) Entre los 10 y los 20 años de edad hay una brusca disminución (hasta de un 43%) en el número de árboles/ha.

b) Entre los 10 y los 80 años de edad hay un volúmen de mortalidad una pérdida acumulado hasta de 300 m³/ha:

c) La culminación del incremento medio anual en altura ocurre a los 30 años de edad y la del incremento corriente anual entre los 20 y 10 años.

d) El incremento medio anual en diámetro normal culmina a los 40 años y el incremento corriente anual entre los 30 y 40 años de edad.

e) El máximo volúmen se encontró a la edad de 60 años, las curvas de ima e ica en volúmen con corteza se cruzan a edad de 45 años.

Cuadro 6.5 TABLA DE PRODUCCION EMPIRICA PARA RODALES DE Pinus Montezumae Lamb., EN UNA CALIDAD DE ESTACION MEDIA Y UNA DENSIDAD PROMEDIO.

Edad (Años)	No. de árbo/ha	Alt.tot. (m)	DNCC (cm)	VCC (M3)	IMA (Alt)	ICA (Alt)
10	6 728	4.39	5.92	67.28	0.4390	0.4390
20	2 919	8.86	12.57	221.84	0.4430	0.4470
30	1 650	13.35	19.53	405.90	0.4450	0.4490
40	1 016	17.90	26.69	577.08	0.4448	0.4440
50	1 635	22.20	33.10	688.97	0.4440	0.4433
60	381	26.60	39.50	701.80	0.4433	0.4429
70	199	31.00	46.00	574.73	0.4429	0.4400
80	63	35.20	52.40	267.43	0.4400	0.4200

Cuadro 6.5 continuación.....

Edad (años)	IMA (DN) cm.	ICA (DN) cm.	IMA (vol) m3.	ICA (vol) m3.	Mortalidad m3.	Vol. tot. m3.
10	0.5920	0.5920	6.72	6.72		67.28
20	0.6285	0.6650	11.09	15.45	38.09	259.93
30	0.6510	0.6960	13.53	35.40	96.31	540.3
40	0.6673	0.7160	14.42	17.12	152.16	863.64
50	0.6600	0.6410	13.77	11.12	213.36	1188.89
60	0.6583	0.6400	11.69	1.18	274.32	1476.04
70	0.6571	0.6395	8.21	-12.70	327.60	1676.57
80	0.6560	0.6370	3.34	-30.73	380.80	1750.07

Fuente: Carrillo (1984).

Con base en sus conclusiones Carrillo (1984) establece las siguientes recomendaciones:

- a) Para condiciones similares de calidad de estación y densidad es posible recuperar volúmenes perdidos por mortandad natural por medio de aclareos iniciados a partir de los 20 años, cuando está próxima la culminación del incremento corriente anual en altura y antes de que culmine el incremento diamétrico.
- b) Dependiendo de las posibilidades de utilización de los productos (dimensiones de materia prima), el turno podría establecerse entre los 45 y 60 años.
- c) Después de los 60 años es incosteable mantener el rodal debido a la disminución de las existencias maderables (capital).
- d) Los volúmenes perdidos pueden servir como una primera guía para aplicar el primer aclareo, debiéndose establecer parcelas permanentes para evaluar los períodos de recuperación de volúmenes.

6.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Méndez (1983), al analizar el efecto de la defoliación de Zadiprion vallicola Rhower sobre el incremento en diámetro de esta especie, encontró que lo reduce en un 40.67 %.

De la Llave (1944) sugiere para el control de este defoliador, la destrucción mecánica de las pupas mediante volteo del suelo para exponerlos a desecación; también las quemas controladas del pasto en el bosque, modifican el suelo

y provocan su muerte. De acuerdo a Cisneros (1971), la fase de pupa es de mayo a agosto y Hernández (1978), sugiere para su control la aplicación de productos químicos como D.D.T., Malatión, Carbicron 50 y Sevin 80, además de la liberación de parásitos.

6.6 MEJORAMIENTO GENETICO

Caballero (1967) estudió las características de diámetro y longitud de agujas primarias, longitud total de la planta, y número y longitud de hojas cotiledonares de plántulas obtenidas de semillas de diversos orígenes en el estado de México, encontrando diferencias significativas entre procedencias, lo que sugiere variación racial, y entre árboles dentro de sitios, indicando esto que existe variación genética en las características estudiadas. Encontró también que el número de días a la germinación parece estar directamente relacionada con altitud y lo inverso sucede con altura de las plantas, diámetro del hipocótilo, y el número y longitud de cotiledones.

En la Sabana Oax. técnicos del Centro de Genética Forestal, A.C. (1988) seleccionaron árboles superiores de ésta especie en las plantaciones existentes, para obtener semillas y yemas axilares, para obtener propágulos por cultivo de tejidos, el objetivo de estos trabajos es establecer huertos semilleros y bancos clonales.

ACOSTA MIRELES, M. 1986. Estudio de dispersión de semillas de de Pinus montezumae. Lamb. Tesis de Ing. Agr. Esp. en Bosques División de Ciencias Forestales, U.A.CH., Chapingo, Méx. 64 p.

ALVARADO CELESTINO, E. 1986. Comportamiento del fuego en rodales poco perturbados de Pinus montezumae Lamb. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Méx. 112 p.

ALVARADO CELESTINO, E.; M. A. MENDOZA BRISEÑO; D. A. SOTRES RAMOS y A. VELAZQUEZ MARTINEZ. 1988. Velocidad de propagación del fuego en rodales poco perturbados de Pinus montezumae Lamb. Agrociencia No. 72. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. pp. 63-74.

ARCEO VALENZUELA. R.E. 1980. Evaluación de los factores de mortalidad en la producción del área semillera de "San Juan Tetla", Puebla. Tesis Ing. Agr. esp. en Bosques Escuela Nacional de Agricultura, Departamento de Bosques. Chapingo, Méx. 71 p.

CABALLERO DELOYA, M. 1967. Estudio comparativo de dos especies de pinos mexicanos Pinus pseudostrobus Lindl. y Pinus montezumae Lamb.) con base en características de plántulas y semilla. INIF. Bol. Téc. No. 20 37 p.

CARRILLO ESPINOZA, G. 1984. Elaboración de una tabla de producción empírica para rodales de Pinus montezumae Lamb. en el C.E.F. San Juan Tetla, Pue., Tesis de Ing. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales, Chapingo, Méx. 79 p.

CENTRO DE GENETICA FORESTAL A.C. 1988. Avances de la investigación en 1988. Ed Teobaldo Eguiluz P. Lomas de San Juan, Chapingo, México. 138 p.

CIBRIAN TOVAR, D., BERNARD, H. E., HARDY, o. Y. y MENDEZ MONTIEL, J.T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the Mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México /U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Southeastern Forest Experiment Station. 110 p.

- CISNEROS PAZ, S. 1971. Observaciones biológicas sobre Zadiprion vallicola Rohwer, defoliador de los pinos en la Meseta Tarasca, Edo. de Michoacán. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques Universidad Nacional Autónoma de México. 66 p.
- DE LA LLAVE, J. M. 1944. El gusano de la hoja de pino en el Estado de Michoacán. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx., 29 p.
- EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques Escuela Nacional de Agricultura Departamento de Bosques. Chapingo, Méx. 621 p.
- FOSBERG, M.A. 1972. Theory of precipitation effects on dead cylindrical fuels. For. Sci. 18: 98-108.
- HERNANDEZ GUTIERREZ, S. 1978. Rendimiento de resina en pinares plagados y no plagados por Zadiprion vallicola Rohwer (Hymenoptera: Diprionidae) defoliador de los pinos, sobre el crecimiento e incremento en diámetro de Pinus montezumae Lamb., en la Meseta Tarasca. Tesis de Ing. Agr. esp. en Parasitología Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. 58 p.
- MUSALEM, M.A. 1984. Effect of environmental factors on of Pinus montezumae Lamb., in a temperate forest of México. Thesis Ph. D. Yale University, New Haven, Conn. 262 p.
- NIEMBRO ROCAS, A. 1986. Mecanismo de reproducción sexual en pinos. LIMUSA. México. D. F. 130 p.
- PATIÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna 10 (4): 20-30.
- PEREZ BAUTISTA, J. L. 1988. Estimación de la producción de conos de Pinus montezumae en el Campo Experimental Forestal San Juan Tetla. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. 60 p.

- PEREZ BAUTISTA, J.L., RODRIGUEZ FRANCO, C. FIERROS GONZALEZ, A.M. 1988. Estimación de la producción de conos de Pinus montezumae en el Campo Experimental Forestal "San Juan Tetla", Pue. Chapingo, México (Entregado para su publicación).
- RAMIREZ HUERTA, L. 1985. Determinación de la época de colecta de conos de Pinus montezumae Lamb. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. UACH, Chapingo, Méx. 82 p.
- RODRIGUEZ FRANCO, C. 1980. Estudio epidométrico de Pinus montezumae Lamb., mediante análisis troncales en el Campo Experimental Forestal "San Juan Tetla" Pue. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 133 p.
- RODRIGUEZ FRANCO, C. 1982. Determinación de calidad de estación de Pinus montezumae Lamb. a través de análisis troncales en C.E.F. San Juan Tetla, Puebla Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 134 p.
- RODRIGUEZ FRANCO, C., RAMIREZ MALDONADO, H. ZARATE DE LARA, G., FIERROS GONZALEZ, A.M. y ORTIZ SOLORIO, C. 1988. Determinación de la calidad de estación de Pinus montezumae Lamb. a través de análisis troncales en el C.E.F. San Juan Tetla, Puebla Agrociencia (México) (72): 87-94.
- RODRIGUEZ FRANCO, C. 1987. Development of a competition index for Pinus montezumae Lamb. in a temperate forest of México. D. of for Dissertation. Yale University. School of Forestry and Environmental Studies, New Haven, conn. 187 p.
- ROTHERMEL, R.C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. USDA For. Serv. Res. Pap. INT-115. Int. For. and Range Exp. Stn. Ogden, Utah. 40 p.
- RZEDOWSKI, J. 1983. Vegetación de México. México, LIMUSA México. D. F. 431 p.
- TERRAZAS DOMINGUEZ, S. 1986. Extracción artificial de semillas en conos de Pinus montezumae Lamb. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx., 96 p.

VERA CASTILLO, J.A.G. 1981. Podas en plantaciones de Pinus michoacana Mtz. y Pinus montezumae Lamb. en la Siberia, Chapingo, Méx., Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques de Universidad Autónoma Chapingo Departamento de Bosques. 58 p.

ZENDEJAS ELIZONDO, J.A. 1971. Efectos de las altas temperaturas originadas por el fuego en conos y semillas de Pinus montezumae y Pinus oocarpa. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 78 p.

CAPITULO 7

Pinus patula Schl. et Cham.

7.1. INTRODUCCION

Esta especie presenta árboles adultos de 10 a 30 m de altura, corteza roja y escamosa, fascículos de tres y cuatro hojas de color verde brillante, largas, finas y colgantes con vainas persistentes, los conos son largamente cónicos de siete a nueve cm de longitud, duros, sésiles, reflejados, y puntiagudos, por lo general agrupados de tres a seis, también persistentes y que se abren parcialmente en diferentes épocas. Presenta la forma típica y la variedad Pinus patula var. longepedunculata (Martínez, 1948).

Su área de distribución comprende los bosques húmedos de la Sierra Madre Oriental y las cadenas orientales del Eje Neovolcánico y de la Sierra de Oaxaca, tiene una marcada preferencia por la exposición oriental y las zonas de niebla. Sus límites altitudinales son de 1 600 a 3 000 m snm. (Vela , 1976).

Su madera limpia de color claro, su bajo contenido de resina, así como su mayor longitud de traqueidas (4.4 mm) sugieren que es apropiada para pulpa . Se puede aprovechar para construcciones ligeras, empaques de frutas, pilotes para minas y postes de líneas telefónicas y eléctricas (Orman, 1952 citado por Vela, 1976).

Es una de las coníferas de mayor importancia económica por su calidad maderable, velocidad de crecimiento, conformación, vigor y adaptabilidad ecológica; se le ha utilizado en plantaciones comerciales tanto en el país como en el extranjero.

7.2. MARCO ECOLOGICO

7.2.1. Clima

Su área de distribución corresponde a los climas Cw y Cfm, con verano corto, invierno seco mejorado por presencia de neblinas, precipitación entre 1000 y 1500 mm anuales, heladas variables de 4.7 a 101 por año, comenzando la primera a fines de septiembre y la última en abril o mayo. Las temperaturas medias anuales varían de 10 a 16° C, soporta máximas extremas de 38° C y mínimas de -9° C; no soporta vientos fuertes ni brisas marinas. Se ha introducido con éxito en Sudafrica, Nueva Zelandia, Australia, India, Sri Lanka, Argentina, Brasil, Venezuela, Colombia, Ecuador y otros países (Wormald, 1975 mencionado por Arteaga, 1985).

7.2.2. Suelo

Las masas puras se encuentran en terrenos con pendiente moderada o planos, ya que donde la inclinación es muy fuerte y el suelo delgado y gravoso es reemplazado por Pinus teocote. En áreas expuestas a los vientos húmedos del Golfo, al

llegar a 60 % de pendiente, se desarrolla una vegetación arbustiva y aparecen los encinos y otras angiospermas (Vela, 1976).

Prefiere los suelos desde moderadamente profundos a muy profundos, cafés en las capas superficiales con tendencia al amarillo y rojo en horizontes más profundos, suelos francos y migajones en el horizonte A y arcillosos en las partes más profundas, el contenido materia orgánica es elevado, sobre todo en el horizonte A, donde llega a alcanzar hasta un 78%, con escaso contenido de piedras y gravas, suelos con alta capacidad de intercambio de cationes (Arteaga, 1985).

7.2.3. Especies asociadas

Pinus patula prefiere las exposiciones del Este y en los estados de Veracruz e Hidalgo se le encuentra en masas puras o en masas mezcladas en las siguientes asociaciones: P. patula P. pseudostrobus, P. patula P. teocote P. montezumae, P. patula P. montezumae Abies religiosa y P. patula Liquidambar styraciflua (Vela, 1976).

En el estrato arbustivo suelen estar presentes los géneros Myrica, Eupatorium, Bacharis y Senecio; o bien un estrato arboreo inferior con Quercus affinis, Q. crassifolia y Alnus arguta; en el estrato herbáceo suelen estar los géneros: Bidens, Lepechinia, Pteridium, Tibouchina, Geranium, Panicum, Vaccinium, Clethra y otras (Madrigal, 1967); en lugares húmedos se presentan epífitas de líquenes, musgos,

helechos y bromeliaceas.

7.3. SUCESION

Esta especie, de acuerdo a Rzedowski (1983) tiene la capacidad de establecerse en sitios desnudos sin la intervención de fases herbáceas o arbustivas pioneras.

Vela (1976) opina que esta especie se comporta como invasora en áreas abiertas pero no persiste en las fases finales de desarrollo del bosque. Este autor observó áreas de arbolado adulto invadidas en forma creciente por el encinar, parece ser que en las primeras fases de desarrollo, P. patula es la especie dominante para luego ceder espacio a P. teocote, P. leiophylla, P. rudis y al género Quercus spp. Este mismo autor describe detalles de la sucesión: "Los renuevos de P. patula se establecen en áreas abiertas a poca distancia del bosque, y aún dentro de encinar que limita con el pinar, luego se presenta una alta densidad de pinos que impide el establecimiento de especies arboreas o arbustivas, al mismo tiempo se forma una capa de hojarasca, que unida al aumento de sombra, impide la presencia de vegetación herbácea abundante; debido a la competencia intraespecífica, mueren algunos individuos que aclaran el interior de la masa, lo cual propicia la aparición de arbustos; en una fase posterior cuando los pinos alcanzan su máxima altura, empiezan a hacer su aparición los encinos y abundantes herbáceas.

Al aumentar los encinos también aumenta la hojarasca de los mismos que impide el establecimiento del pino tanto por la deficiencia de luz como en forma física."

7.4. REGENERACION NATURAL

7.4.1. Fenología y desarrollo inicial

Fenología

P. patula es una especie de crecimiento binodal, o sea que se forman dos internodos durante el año, aunque se ha observado que es uninodal en árboles viejos.

A fines del invierno brotan las hojas del primer internodo las cuales alcanzan su madurez durante la primavera; y es en el mes de mayo cuando comienza la formación del segundo internodo con la consiguiente aparición de nuevas hojas, éstas maduran entre los meses de junio y julio, tiempo en que caen las que aparecieron a principios del año.

Floración. Los conillos masculinos comienzan a desarrollarse a fines de febrero y principios de marzo para alcanzar su madurez a mediados de este último mes, época en que el polen queda en libertad; la polinización se realiza entre el 15 y 25 de Marzo; después de la polinización los conillos masculinos se secan y caen, en tanto que los femeninos permanecen sin aumento de tamaño hasta la primavera del siguiente año, cuando después de la fecundación comienzan a crecer.

Fructificación. En marzo y abril del segundo año los conos inician su desarrollo, mismo que continua hasta el verano, ya en el otoño la semilla madura se puede recolectar. Entre la polinización y maduración de la semilla hay un período de 18 meses. La apertura del cono es paulatina lo que favorece la obtención de semilla a lo largo del año.

Producción de conos y semillas

La producción de semilla es temprana a partir de los cinco años de edad, aunque la calidad y cantidad adecuada se logra hasta los 15 años. El número de semillas por kilogramo varía de 100 000 a 120 000 Por otro lado Vela (1976) indica que la producción de conos es anual y no existe gran variación entre un año y otro.

Plagas de conos y semillas

La plaga más notable es Conophthorus mexicanus Word, que ataca los conos en su base o pedúnculo, pero su infestación es ligera en el área de distribución del hospedero (Cibrián et al , 1986).

Dispersión

El principal agente de dispersión es el viento, por la presencia de ala, pero no hay estudios sobre distancias de dispersión.

Germinación

Patiño (1973) obtuvo un 85 % de germinación a temperatu-

ras de 20 a 22 °C y 90 a 95 % de humedad relativa. La viabilidad según Vela (1976) no se altera después de un año de almacenamiento a 0 °C.

Es posible obtener plántulas completas de Pinus patula a partir del cultivo in vitro de embriones utilizando como explante inicial cotiledones y meristemo apical de plántulas recién germinadas (Vargas , 1982).

Supervivencia y desarrollo inicial

En condiciones de laboratorio las plántulas de 18 meses de edad presentaron un mayor crecimiento en altura y mayor desarrollo y formación de yemas conforme aumentó el fotoperíodo de 6 a 24 horas (Patiño, 1970).

Vela (1976) probó el efecto de la luz sobre el crecimiento en altura en plántulas de vivero de siete meses de edad. los resultados se aprecian en el Cuadro 7.1 .

Cuadro 7.1 Efecto de la luz sobre el crecimiento en altura en plántulas de vivero.

Sombra	0	1/3	2/3	3/3
Incremento en Altura (cm)	7.7	9.7	7.1	4.6

Fuente: Vela, (1986).

El mayor incremento en altura se obtuvo con un tercio de sombra; y el más bajo en sombra completa, esto sugiere la

conveniencia de proporcionar un poco de sombra a las plántulas , sobre todo en lugares donde la nubosidad no sea alta.

Por otro lado es posible que más de 50 % de sombra perjudique a las plántulas, ya que la regeneración natural es buena en sitios descubiertos o con poca cobertura arbórea o arbustiva, mientras que bajo sombra de copas densas se observan plántulas de escaso desarrollo; por lo que se puede decir que es una especie de tolerancia intermedia.

Vela (1976) observó que en áreas de pastoreo el arbusto Baccharis conferta provee de protección a los renuevos de ésta especie.

Aunque por regla general la densidad de plántulas es adecuada, ya que Vela (1976) encontró 50 000 plántulas/ha de 10 cm de altura promedio en la Sierra Norte de Puebla; sin embargo Mastache (1988) encontró en áreas de Zacatlán, Pue. un promedio 600 plántulas /ha representando el 24 % del estandar prefijado de 2 500 brinzales/ha.

7.4.2. Cortas de regeneración

Esta especie responde a tratamientos intensos ya que en lugares tratados a matarraza se han encontrado bosquetes de monte bravo. En bosques aclarados en Molango, Hgo. se han contado de 3 000 a 3 200 árboles/ha de alrededor de 5 m de altura.

7.4.3. Preparación del sitio

Mastache (1988) probó tres tratamientos al suelo en áreas de regeneración insuficiente de esta especie (áreas tratadas con Arboles Padres) en bosques de Chignahuapan-Zacatlán, Pue.. Los tratamientos fueron: cercado, remoción (rastreo con yunta a 20 cm de profundidad), siembra directa y sus interacciones.

Las conclusiones de este autor fueron las siguientes:

- a) El cercado no tuvo efecto significativo en el establecimiento de las plántulas.
- b) La siembra directa mostró evidencia altamente significativa en el número de plántulas por unidad de superficie.
- c) La remoción al suelo tuvo efecto significativo en el establecimiento de las plántulas.
- d) La mejor combinación de tratamientos para estimular el establecimiento de la regeneración natural está dada por el cercado-siembra-remoción. (esta combinación de tratamientos dió un promedio de 13 375 brinzales/ha).

Cruz y Aguilar (1986) estudiaron la relación ecológica entre la regeneración de P. patula y el arbusto Baccharis conferta, en dos rodales tratados cinco años antes con arboles padres, a uno de ellos se le hizo remoción del piso

forestal (Buenavista), y al otro nó.(Atlamajac).

Las variables analizadas fueron: densidad, area basal, altura y tensión de humedad dentro de las plantas. Estos autores encontraron diferencias altamente significativas entre predios para las tres primeras variables mencionadas, como se puede apreciar en el Cuadro 7.2.

Cuadro 7.2 Promedios por predio para las variables densidad, area basal y altura de la regeneración de P. patula.

Predio	Densidad No. Arbs./ha	Area basal m ² /ha	Altura (cm)
Atlamajac (sin remoción)	5 323	0.67	32.7
Buenavista (con remoción)	16 968	7.55	79.28

Fuente: Cruz y Aguilar (1986).

En el predio con tratamiento al suelo no hubo diferencias significativas en cuanto a densidad entre ambas especies, aunque P. patula obtuvo una mayor área basal y una menor altura; en cambio, en el predio sin remoción los tres parámetros en Baccharis conferta son superiores a los de P. patula.

El potencial hídrico se considera como un indicador de aptitud competitiva entre especies. Este fué medido con una bomba de presión en las ramillas superiores en tres fechas diferentes, en cada predio y a diferentes horas del día. En ésta variable Baccharis conferta presentó menores valores y

mayores fluctuaciones diurnas y estacionales.

P. patula desarrolló una raíz típica o pivotante de más de 110 cm de profundidad en ambos predios, el arbusto tuvo una raíz superficial en los primeros 20 cm del suelo. Por la forma y disposición de sus sistemas radiculares, no parece haber competencia por agua entre ambas especies; pero debido a que la biomasa de Baccharis conferta superó en tres veces a la del P. patula en ambos predios, los autores suponen que es necesario hacer algunas prácticas de control del arbusto.

Vela (1976) dice que debido a lo delgado de su corteza, los árboles no resisten incendios fuertes; sin embargo, en caso de destrucción total por incendio, la regeneración se asegura debido al cono serotino que se abre con el calor del fuego, además observó que la producción de conos es anual sin gran variación entre un año y otro.

7.5. DESARROLLO DE RODALES

7.5.1. Tratamientos intermedios

Control de densidad

Becerra (1986) elaboró una guía de densidad para ésta especie con datos de la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla; consta de dos gráficas (Figuras 7.1 y 7.2) que construyó de acuerdo a la metodología propuesta por Gringich basada en los índices de densidad: relación área basal y factor de

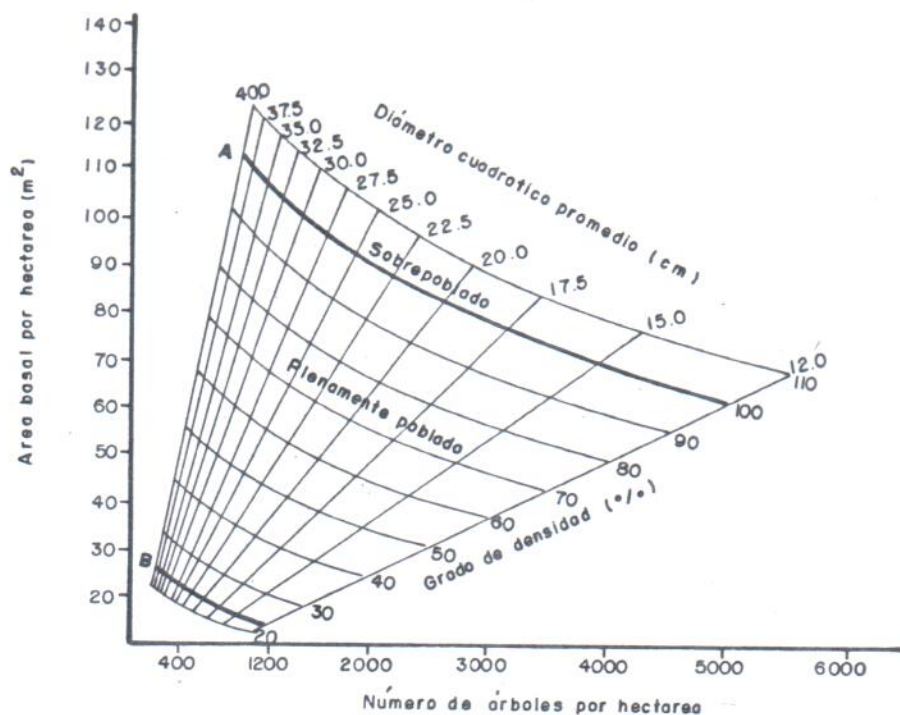


Fig. 7.1. Guía de densidad para *Pinus patula* Schl. et Cham. en la región de Chignahuapan-Zacatlán, Pue. para diámetro cuadrático promedio de 12.5 a 40 cm (Becerra, 1986).

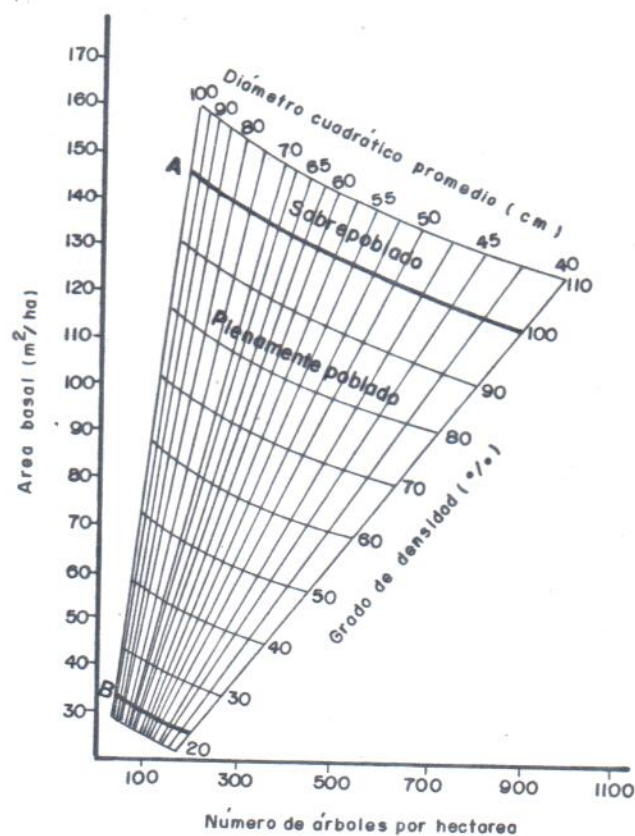


Fig. 7.2. Guía de densidad para *Pinus patula* Schl. et Cham. en la región de Chignahuapan-Zacatlán, Pue. para diámetro cuadrático promedio de 40 a 100 cm (Becerra, 1986)

competencia de copas. Con esta guía es posible caracterizar los rodales de la especie, utilizando dos o tres de los siguientes datos: árboles/ha, área basal/ha y el diámetro cuadrático promedio. Se puede observar en las gráficas un amplio rango de densidad relativa considerado como plenamente poblado.

Aguirre (1985) construyó un diagrama de densidad que se presenta más adelante en el punto 7.5.3.

Por su parte Flores (1986) estableció un sitio experimental de grados de aclareo en bosques de P. patula en Tlaxco, Tlaxcala, dejando cuatro diferentes densidades residuales de 32, 28, 22 y 18 m²/ha de área basal.

El rodal elegido para este trabajo corresponde a un joven fustal de 38 años en promedio, de 408 a 614 árboles/ha, de 27.1 a 38.9 m²/ha de área basal 23 m de altura media, 27 cm de diámetro normal medio y un volumen de 567.47 m³/ha. El objetivo es hacer observaciones sobre el patrón de desarrollo en incremento en área basal y volumen, distribución de productos y disminución de la tasa de mortalidad. Las cortas de aclareo se realizaron en el invierno de 1984 (a la fecha no se han publicado resultados).

7.5.2. Calidad de estación

Utilizando análisis de regresión múltiple Arteaga (1985) construyó una familia de curvas polimórficas para P. patula

en la región de Chignahuapan-Zacatlán, Puebla; a partir de datos de análisis troncales y empleando la ecuación de Richards modificada, este autor obtuvo un modelo que representó en forma satisfactoria el patrón de crecimiento en altura de ésta especie. La familia de curvas se puede observar en la Fig. 7.3 y los índices de sitio tomando como base la edad de 35 años fueron: 11.77, 16.58, 21.92, 27.77 y 34.08 m de altura. Adicionalmente estableció el grado de asociación del índice de sitio con algunos factores edáfico-fisiográficos, encontrando alta correlación con la profundidad del horizonte "A", la posición del árbol en la pendiente, la pendiente, la exposición y la interacción exposición pendiente.

Por regla general las masas puras y coetáneas se encuentran en terrenos planos o con pendiente moderada, los sitios de menor calidad coinciden con menor precipitación, mayor altitud y presencia de piedras, la pendiente del terreno tiene un efecto lineal positivo hasta que alcanza un 25 %, en terrenos de 5 a 15 % de pendiente la especie logra su mejor desarrollo, al aumentar la profundidad del horizonte "A" incrementa la altura de los árboles (a los 25 cm se estabiliza y a los 36 cm declina), presenta un mejor desarrollo en lomeríos y sitios con algo de pendiente lo que denota su asociación con un buen drenaje del suelo, la especie *log+2Xra* su óptimo desarrollo en la exposición Noreste y menor en la Sur, esto último tiene relación con vientos húmedos provenientes del golfo.

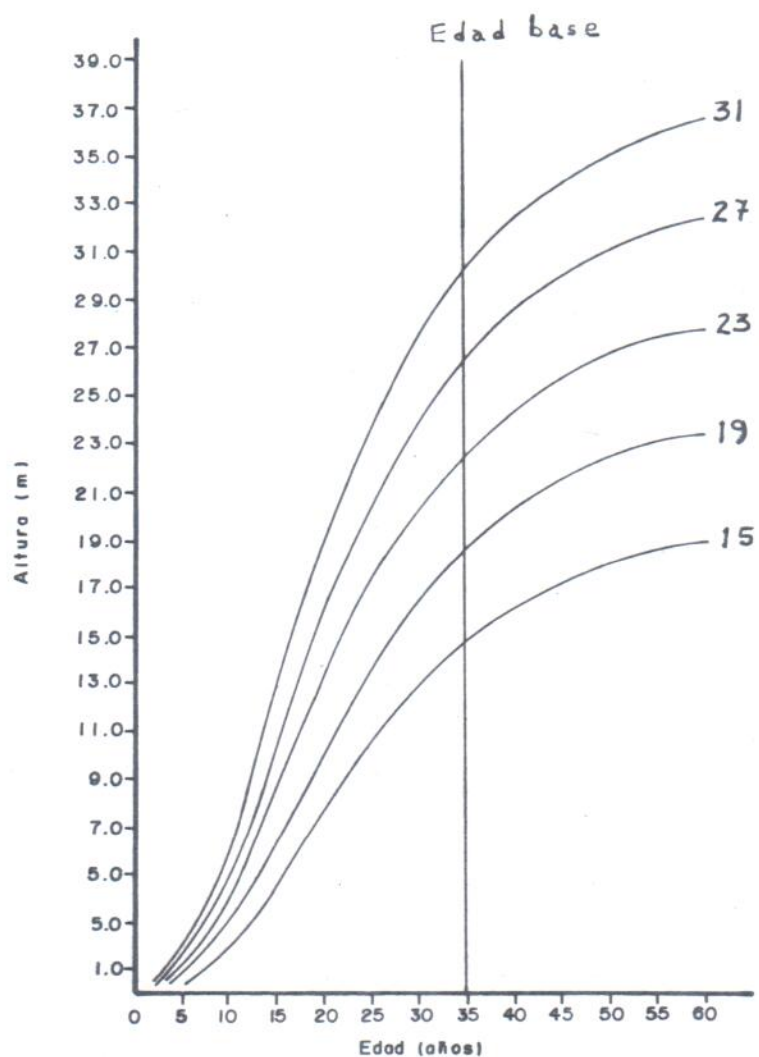


Fig. 7.3. Curvas de índice de sitio a la edad base de 35 años para *Pinus Patula* Schl. et Cham. en la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla (Arteaga, 1985).

Castaños (1962) estudió la factibilidad de aplicar dos metodologías para evaluar la calidad de sitio en rodales incetáneos de Pinus patula en Macuiltonguis, Oaxaca. El primer método consistió en determinar el índice de localidad a través de la relación altura media de los árboles dominantes y codominantes a los 60 cm de D.A.P. y el segundo consistió en correlacionar 45 índices de localidad con 28 variables que representan a 22 propiedades del suelo y topografía y seis valores que expresan combinaciones de las mismas propiedades, para identificar aquellas que fuesen más significativas.

Al hacer un análisis estadístico preliminar se consideraron tres variables para la ecuación de regresión múltiple que en orden de importancia fueron: profundidad total del suelo (X_1), altitud en m snm (X_2) y la exposición (azimut en grados) (X_3).

La ecuación de regresión resultó ser:

$$Y = 44.15 + 5.2518 X_1 - 0.0060 X_2 + 0.0131 X_3$$

El coeficiente de correlación múltiple tuvo un valor de 0.7261, el error estandar para el valor medio del índice de localidad (33.9 m) fue de ± 2.8 m.

Castaños (1962) concluye en su estudio que:

- a) El índice de localidad aumenta conforme aumenta la profundidad total del suelo.

- b) El índice de localidad disminuye al aumentar la altura sobre el nivel del mar.
- c) El índice de localidad es mayor en exposiciones Oeste que en exposiciones Este.

En la Fig. 7.4 se presenta la gráfica de índice de localidad utilizando la relación altura/ D.A.P. y en la Fig. 7.5 la relación índice de localidad con los tres factores más significativos.

Por su parte Aguirre (1985) ajustó la función de Chapman-Richards a información de altura total y edad a la altura del pecho de árboles de la especie en bosques de Perote, Veracruz. La curva de altura-edad resultante sirvió de base para construir una familia de curvas anamórficas de índice de sitio. La ecuación de la curva guía obtenida fue la siguiente:

$$H = 32.6 (1 - \exp (-0.076942 A))^{1.95618}$$

Donde:

H = altura dominante media del rodal (m)
 A = edad media en el DN de los árboles dominantes.
 exp = antilogaritmo de la función (.)

La ecuación anterior sirvió de base para definir una familia de curvas anamórficas (Fig. 7.6) y también para determinar los índices de sitio de rodales de P. patula tomando como referencia una edad de 25 años.

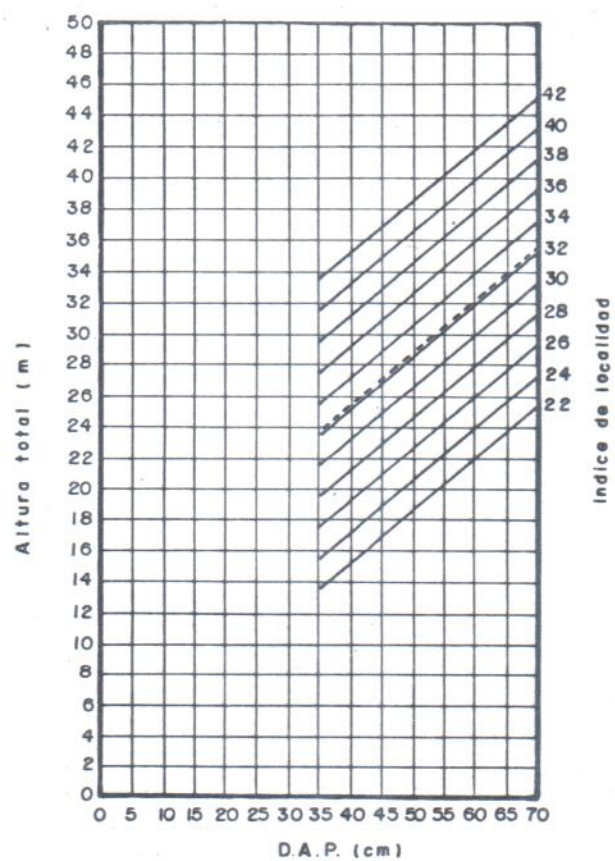


Fig. 7.4. Diagrama para la determinación de índice de localidad de *Pinus patula* en función del diámetro y la altura - (Castaños, 1962).

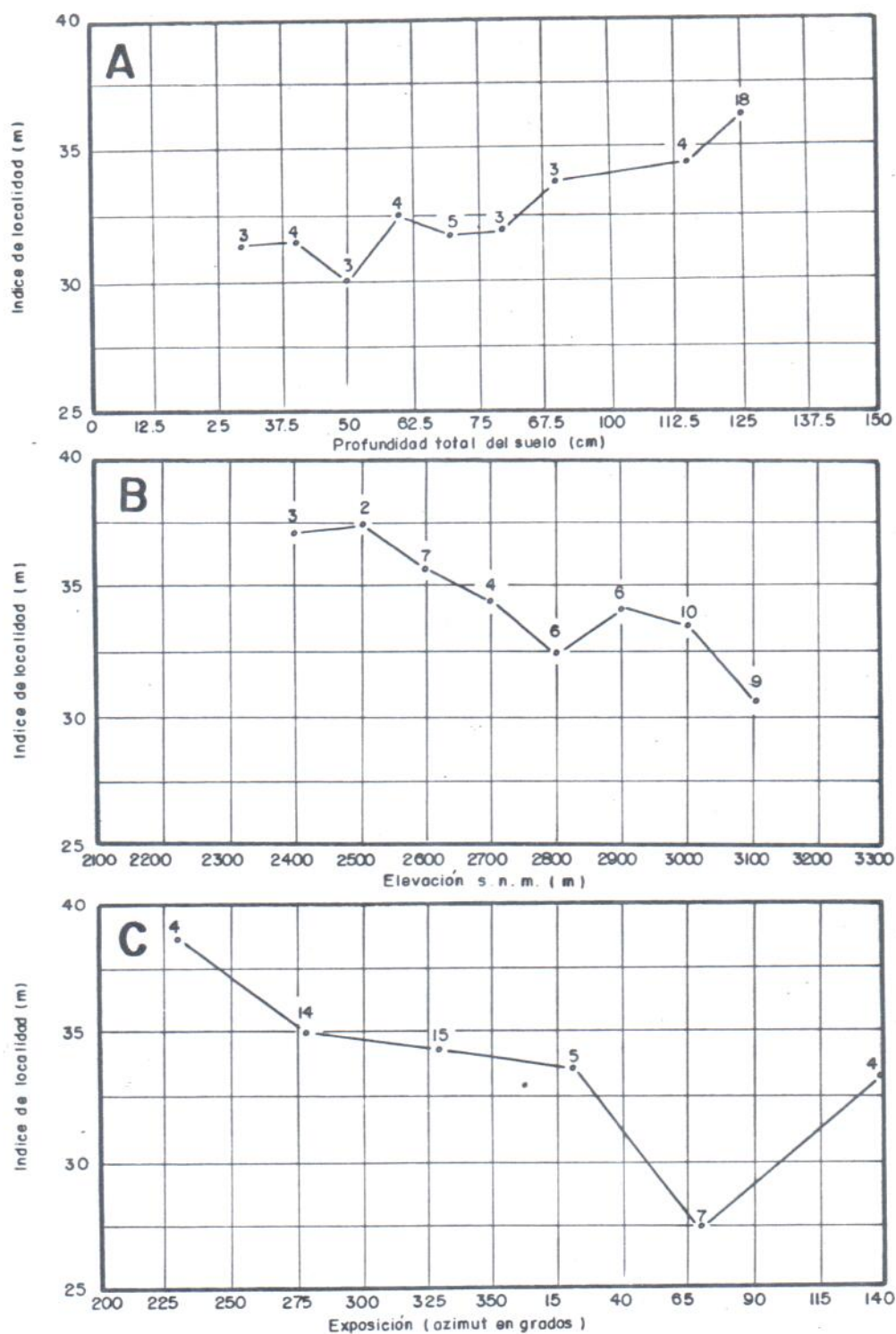


Fig. 7.5. Relación entre el índice de localidad y : A, profundidad total del suelo; B, elevación; C, exposición. Los números sobre las curvas indican el número de sitios (Castaños, 1962)

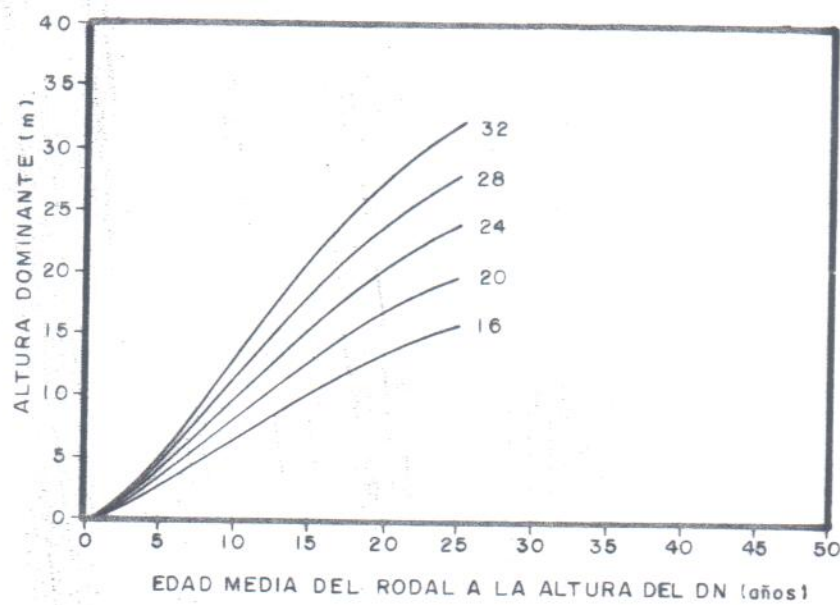


Fig. 7.6. Curvas amórficas de índice de sitio para rodales naturales de P. patula a la edad base de 25 años (Aguirre 1985).

La ecuación para construir la familia de curvas quedó como sigue:

$$H = S \frac{(1 - \exp(-0.076842 A))^{1.95618}}{(1 - \exp(-0.076842 A_0))}$$

y la ecuación para obtener los índices de sitio:

$$S = \frac{H}{(1 - \exp(-0.076942 A))^{1.95618}}$$

donde:

H = altura dominante promedio del rodal (m)
 S = índice de sitio (m)
 A = edad media del rodal a la altura del pecho
 A₀ = edad base (25 años)
 exp = antilogaritmo de la función

7.5.3. Crecimiento y rendimiento

Vela (1976) reporta que el crecimiento promedio en altura es de 1 m por año y un poco menos cuando baja la fertilidad del suelo. La altura máxima es de alrededor de 30 m y el ritmo de crecimiento disminuye drásticamente entre 30 y 35 años.

Al respecto los estudios de Aguirre (1985) son los que reportan mayor información cuantitativa sobre la dinámica del crecimiento de rodales naturales.

Castaños (1962) menciona que es una especie de alta velocidad de crecimiento, alcanzando alturas hasta de 40 m, diámetro normal de 60 cm. e incrementos corrientes anuales

hasta de 28 m³/há a los 30 y 35 años de edad en sitios de buena calidad.

Ecuaciones de volumen

Martínez (1937) desarrolló una ecuación de volúmen para tres especies incluido el P patula . Esta ecuación estima el volumen total (VT) como una función del grosor de la corteza externa (D) y la altura del árbol (H). La ecuación es:

$$VT=0.00005947+1.85 \ln (D) + 0.3886 \ln (H)$$

Aguirre (1985) a su vez obtuvo una ecuación de volumen sin corteza a partir de la fórmula de Newton-Simpson y la fórmula para el volúmen del cono, finalmente después del ajuste la ecuación para obtener el volúmen del fuste quedó como:

$$\log (V) = -4.12569+ 1.8849 \log (DAP) +0.87177 \log (H)$$

donde:

V = Volumen del fuste (m³)

DAP = diámetro a la altura del pecho sin corteza (cm)

H = altura total del fuste (m)

log = logaritmo de base 10.

Este mismo autor obtuvo una ecuación para obtener el volumen por hectárea usando como variables independientes, el área basal /ha y la altura media del rodal, la ecuación de regresión que se obtuvo quedó como sigue:

$$V= -35.3695 + 3.01096 (B) + 2.95367 (H) + 0.292037(B H)$$

donde:

V = Volumen por ha con corteza (m^3)

B = área basal por ha (m^2)

H = altura media del rodal

$B H$ = el producto de B por H .

Modelos de crecimiento

Aguirre (1975) estimó una ecuación de regresión para obtener el incremento de área basal, que consistió en:

$$G = A^{-1} B (4.8522 - 0.003 (S) - \ln (B))$$

donde:

G = incremento de área basal anual por hectárea

A = edad media del rodal a la edad a la altura del pecho.

B = área basal por hectárea

S = índice de sitio.

Este mismo autor obtuvo una ecuación para obtener el volumen/ha (V_h) usando como variables independientes, el área basal/ha (B) y la altura media del rodal (H); la ecuación de regresión que se obtuvo quedó como sigue:

$$V_h = -35.3695 + 3.01096(B) + 2.95367(H) + 0.292037(BH)$$

El rendimiento en volumen por hectárea (V_h) fue estimado por el mismo autor por la ecuación:

$$\ln (V_h) = 1.6483 + 0.03030 (S) - 11.0525 A^{-1} + 1.0915(\ln(B))$$

donde:

V_h = volumen neto por hectárea (m^3)

S = índice de sitio (m)

Diagrama de Densidad

Con el objeto de elaborar un diagrama de densidad Aguirre (1985) obtuvo primero ecuaciones que definieran la relación tamaño máximo-densidad, las ecuaciones obtenidas fueron:

$$\ln(a) = 12.156 - 1.5745 \ln(\text{DBHq})$$

$$\ln(\text{DBHq}) = 7.4759 - 0.60318 \ln(a)$$

donde:

a = número de árboles por hectárea
DBHq = diámetro cuadrático promedio
ln = logaritmo natural de base e

Esa misma relación se expresó también como una función del volumen del árbol medio y de la densidad de la siguiente forma:

$$\ln(\bar{V}) = 9.9719 - 1.53 \ln(a)$$

donde:

$\bar{V}$ = volumen del árbol medio

Las ecuaciones anteriores sirvieron de base para obtener otro juego de ecuaciones para elaborar finalmente un diagrama de densidad para rodales naturales de Pinus patula.

Se estimó el volumen neto/ ha (V_h) como una función del diámetro cuadrático promedio (DBHq) y el número de árboles por hectárea (a), la ecuación que se obtuvo quedó como:

$$\ln(V_h) = -12.7050 + 2.9316 \ln(\text{DBHq}) + 1.3444 \ln(a)$$

La altura dominante media ($\bar{H}_o$) se estimó en función del

diámetro cuadrático promedio y el número de árboles por hectárea, la ecuación de predicción fue:

$$\ln (\bar{H}_o) = -2.826 + 1.104 \ln (DBH_q) + 0.3276 \ln (a)$$

Las curvas de altura dominante media del rodal y de volumen neto /ha se traslaparon cada una por separado sobre un diagrama de densidad de Reineke (Figs 7.6 y 7.7). Posteriormente ambas gráficas se traslaparon para obtener el diagrama de densidad para manejo de rodales naturales de P. patula (Fig. 7.8).

Este autor determinó los índices de densidad del rodal para los tres estadios de desarrollo que se consideran críticos: el cerrado de copas se definió con un IDR de 300, la ocupación plena del sitio se estimó entre 1000 y 1500 árboles /ha como IDR, que equivale entre 30 y 70 m² de área basal /ha y se presenta a edades entre 7 y 10 años de edad, el límite de inminente mortalidad por competencia aunque no se definió con precisión se supuso a 1750 de IDR. Para propósitos de manejo silvícola se determinó un IDR de 90% de ocupación plena del sitio como la mayor razón entre el máximo incremento en vol/ha e índice de sitio, que dió un cálculo de 1400 árboles/ha y se interpreta como el estado del rodal en el cual existe una ganancia máxima en volumen. El autor anota que se requiere mayor información para poder precisar los límites de cada estadio crítico.

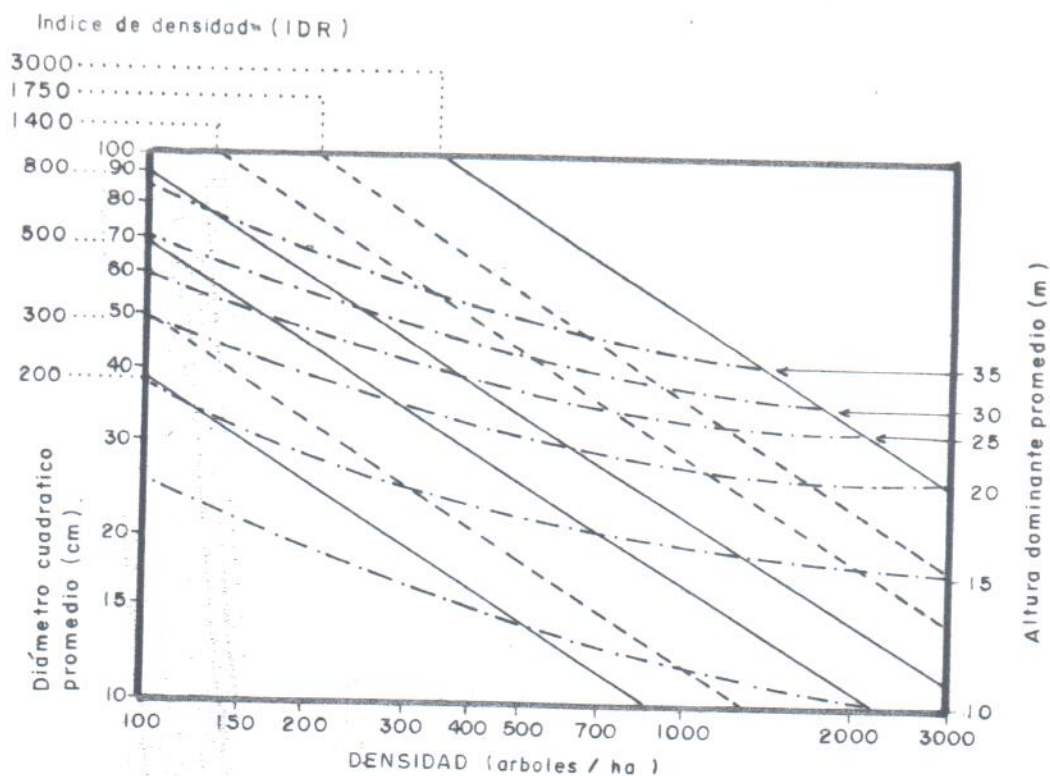


Fig. 7.7. Diagrama de manejo de densidad para *P. patula* con estimaciones del diámetro cuadrático promedio y altura dominante promedio (Aguirre, 1985).

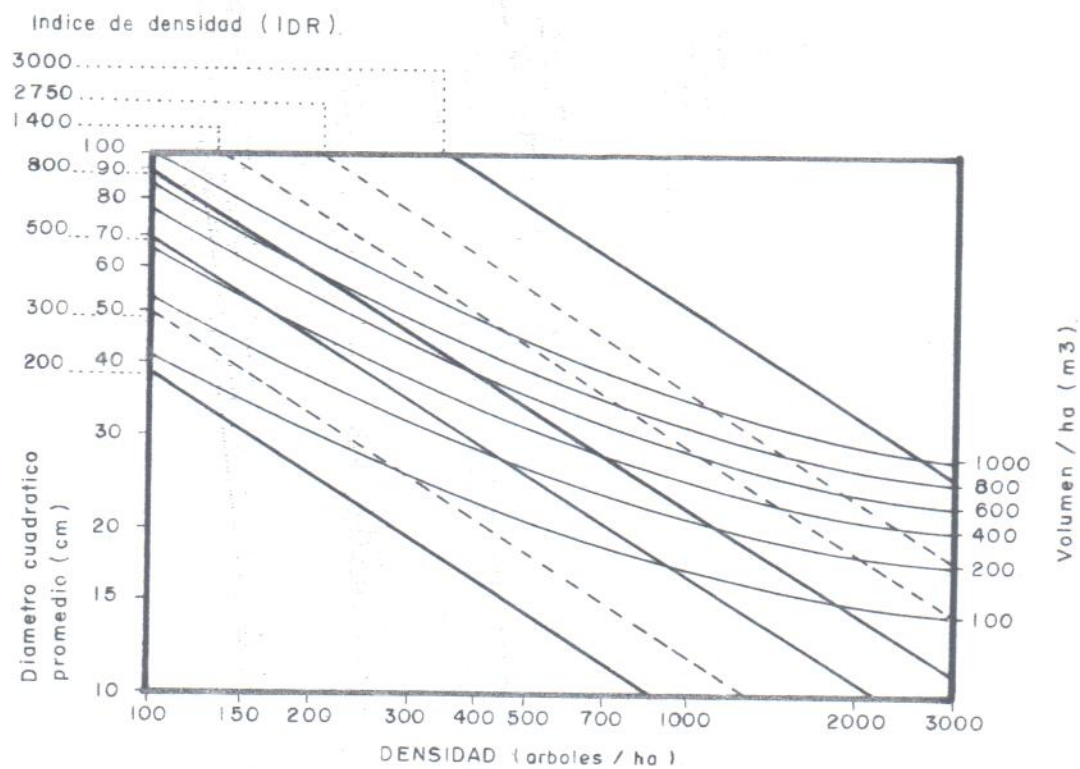


Fig. 7.8. Diagrama de manejo de densidad para *P. patula* con estimaciones del diámetro cuadrático promedio y volumen/ha (Aguirre, 1985).



Fig. 7.9. Diagrama de manejo de densidad para rodales de P. patula con estimaciones de diámetro cuadrático promedio, altura dominante promedio y volumen/ha (Aguirre, 1985).

Las conclusiones sobresalientes del trabajo de Aguirre (1985) fueron las siguientes:

- a) La ecuación de volumen del fuste tiende a sobrestimar el volumen en las clases diamétricas de cinco a 15 cm.
- b) La ecuación de índice de sitio sobrestima la calidad de estación para rodales mayores de 30 años, pero es aceptable para rodales de cinco a 25 años.
- c) El comportamiento biológico de la población se realiza de acuerdo a la Ley de Autoaclareo.
- d) El rendimiento estimado de área basal y volumen por hectárea fueron superiores a 80 m^2 y 1400 m^3 , respectivamente, la magnitud de estos valores estuvo fuertemente controlada por variaciones de la densidad inicial e índice de sitio.
- e) Los incrementos en área basal y volumen fueron por arriba de 7 m^2 y $50 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, respectivamente, estos valores mostraron también alta dependencia del índice de sitio y densidad inicial.¹
- f) Un período de máximo incremento se presenta de los cuatro a los 10 años de edad del rodal, aunque dependiendo de su manejo, los turnos pueden variar de 20 a 30 años.
- g) Los resultados indican que el control de la densidad durante ciclos de corta no mayores de 30 años puede

1. Valores que parecen bastante altos, tratándose de rodales naturales con un nivel de manejo bajo o nulo. Fierros (1990), comunicación personal.

resultar significativo para el fomento de la calidad y cantidad de los productos.

7.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Estebanes (1967) reporta la presencia del defoliador Eutachyptera psidii (Salle) en bosques P. patula en Nexaca, y en Zacualtipan, Hidalgo. No hay estudios de evaluación de su impacto en el crecimiento.

7.7 LITERATURA CITADA

- AGUIRRE BRAVO, C. 1985. Preliminary growth and yield study of Pinus patula natural stands. Thesis M.Sc. Colorado State University. Department of Forest and Wood Science. Fort Collins, Co. 112 p.
- AGUIRRE BRAVO, C. and F.W.SMITH. 1986. Site index and volume equations for Pinus patula in México. *Commonw. For. Rev.* 65(1):51-60.
- ARTEAGA MARTINEZ, B. 1985. Índice de sitio para Pinus patula Schl. et Cham en la región de Chignahuapan-Zacatlán, Pue.. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos. Méx. 181 p.
- BECERRA LUNA. F. 1986. Determinación de una guía de densidad para Pinus patula Schl et Cham. en la región de Chignahuapan-Zacatlán, Pue. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 82 p.
- CASTAÑOS MARTINEZ, L.J. 1962. Evaluación de la calidad de estación de Pinus patula en el Norte de Oaxaca, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Bol. Tec. No. 2 32 p.
- CIBRIAN TOVAR, D.; BERNARD, H. E.; HARRY, O. Y. y MENDEZ MONTIEL, J. T 1986. Insectos y conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the mexican conifers. Universidad Autonoma Chapingo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México/U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 110 p.

- CRUZ MEDRANO, L. y J. C. AGUILAR MUÑOZ. 1986. Relación ecológico-silvícola entre la regeneración de Pinus patula Schl. et Cham. y Baccharis conferta A. B. K. en la región Chignahuapan-Zacatlán, Pue.. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx. 59 p.
- ESTEBANES GONZALEZ, M.L. 1967. Biología de Eutachyptera psidii (Sallé) en las regiones de Necaxa, Puebla y Zacualtipan, Hidalgo. SAG, SFF, INIF. Bol. Tec. No. 12. 16p.
- FLORES AYALA, E. 1986. Establecimiento de un sitio experimental sobre aclareos en Pinus patula Schl et Cham. en Tlaxcala. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx., 92 p.
- MADRIGAL SANCHEZ, J. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (Abies religiosa) en el Valle de México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 94 p.
- MARTINEZ MAXIMINO. 1948. Los pinos mexicanos. 2a. ed. Ed. Botas, México. D. F. 145 p.
- MARTINEZ MORANO, J. 1937. Tablas de volúmenes para pino colorado (Pinus patula), pino blanco (P. hartwegii) y pino ayacahuite (P. ayacahuite). Bol. Dep. For. Caza y Pesca : 151-185.
- MASTACHE MONDRAGON, A. 1988. Tratamientos complementarios al suelo en áreas de regeneración de Pinus patula en Chignahuapan-Zacatlán, Pue. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales, Chapingo, México. 45 p.
- PATÍÑO VALERA, F. 1970. Efectos del fotoperíodo en el crecimiento vegetativo de Pinus patula Schl. et Cham. y P. montezumae Lamb. Tesis de Ing. Agr. esp. en bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques, Chapingo, Méx. 62 p.
- PATÍÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna 10(4):20-30.
- RZEDOWSKI, J. 1983 Vegetación de México. Limusa, México, D. F. 431 p.

VARGAS HERNANDEZ, J.J. 1982. Morfogénesis in vitro de Pinus patula Schl. et Cham. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques, Chapingo, Méx. 126 p.

VELA GALVEZ, L. 1976. Contribución a la ecología de Pinus patula Schl. et Cham. Tesis de Biología. Instituto Politecnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México. D. F. 171 p.

Pinus hartwegii Lind.

8.1. INTRODUCCION

Pinus hartwegii Lind. no presenta variedades ni formas, se distribuye solo en las partes altas de las montañas principalmente en la Sierra Nevada aunque también se encuentra en el sureste del país y en las partes altas de Guatemala (Eguiluz, 1978). Su rango de distribución altitudinal va de 3000 a 4000 msnm, aunque en su límite superior el bosque es abierto con individuos que alcanzan solo de 5 a 8 m de altura (Rzedowski, 1983). Forma rodales puros.

Los usos principales de esta especie son: elaboración de postes y durmientes, obtención de pulpa y pasta mecánica y material para construcción (Ortega, 1962), en el centro del país cumple además con una función recreativa y de protección a otros recursos.

Los árboles de esta especie alcanzan hasta 32 m de altura, de corteza gruesa y agrietada, generalmente tres acículas por fascículo en color verde claro, los conos son ovoides algo encorvados de color rojizo oscuro casi negro, miden hasta 14 cm de largo: la madera es dura y de alto peso específico (0.438) con penetrante olor a resina y textura fina (Ortega, 1962). La diferencia entre pulpas mecánicas de ésta especie y la de Abies religiosa es mínima por lo que

pueden emplearse indistintamente (Larios, 1979).

8.2. MARCO ECOLOGICO

8.2.1. Clima

Vegeta en climas templados subhúmedos del tipo Cwc (semifrios con verano corto), las precipitaciones anuales oscilan entre 700 y 1800 mm al año, en la Sierra Nevada los meses más lluviosos son junio y julio; soporta variaciones de temperatura entre 38 °C y -20 °C con media de 12 °C y heladas en diciembre, enero y febrero. Es la especie de pino mas tolerante a temperaturas bajas.

8.2.2. Suelo

Crece sobre suelos profundos, ricos en materia orgánica, buen drenaje y texturas franca y migajón arenosa (Look, 1950), en Zoquiapan donde abunda ésta especie el pH oscila de 5.5 a 7.1 con contenidos bajos de P y altos de Ca, Mg, Na, K y Al (Rey, 1975).

8.2.3. Especies asociadas

Se le encuentra en masas puras, pero también se mezcla con Pinus rudis, P. montezumae, P. ayacahuite var veitchii, P. pseudostrobus, Abies religiosa y Alnus firmifolia: en el estrato arbustivo se encuentran los géneros: Lupinus, Penste-

mon y Senecio; en el herbáceo son frecuentes: Festuca, Stipa, Muhlenbergia, Poa, Bryum y Alchemilla (Susano, 1976 y Rzedowski, 1983).

8.3. SUCESION

Rzedowski (1983) considera que ésta especie de pino forma comunidades clímax. Beaman (1962) citado por Anaya (1980) considera que entre los 3700 y los 4300 m snm P. hartwegii domina las comunidades debido a las bajas temperaturas y a la pobreza del suelo y no tiene competencia con el estrato arbustivo y muy poco con el herbáceo, aunque a menor altitud se mezcla y compete con P. montezumae.

8.4 REGENERACION NATURAL

8.4.1. Fenología y desarrollo inicial

Fenología

Los amentos masculinos y femeninos se forman de marzo a abril y después de dos años los conos se abren en diciembre (Patiño, 1973; Eguiluz, 1978).

Producción de conos y semillas.

Patiño (1973) estimó un promedio de 53 065 semillas por kilogramo. Se desconoce su ciclo semillero, pero Peña (1988) lo estima cada 6 o 7 años.

Franco y Sarukhán (1981) estimaron la producción anual de semillas por árbol por clases de edad, asumiendo que la producción de conos se inicia a los 30 años y que cada cono proporciona 50 semillas. Para el efecto los autores aplicaron la fórmula siguiente:

$$r = \frac{\beta}{b - d}$$

Donde :

r= producción de semillas por clase de edad
 β = constante de producción de semillas/unidad foliar
b= tasa de natalidad foliar
d= tasa de mortalidad foliar

Estos autores fijaron en 1 000 la producción de semillas/unidad foliar para todas las edades y obtuvieron los resultados del Cuadro 8.1

Cuadro 8.1 Producción anual de semillas y conos por individuo en cada clase de edad, en rodales incoetaneos normales de P. hartwegii en Zoquiapan.

EDAD	No. DE SEMILLAS	No. DE CONOS
10	0	0
20	0	0
30	1851	37
40	2213	44
50	2676	54
60	3162	63
70	3827	77
80	4869	97
90	6346	127
100	8443	169
110	10742	215
120	14075	282
130	17033	341

Fuente: Franco y Sarukhan (1981).

Las especies de insectos que disminuyen la cosecha de

semilla son cuatro; ellas son: Megastigmus albifrons, los adultos ovipositan en las semillas de conos que inician su crecimiento, las larvas consumen el interior de las mismas y emergen los adultos a través de un tunel circular de 1 mm de diámetro, llega a dañar hasta un 4 % de la cosecha de semilla; Dioryctria pinocolella cuyas larvas barrenan escamas y semillas, los conos atacados presentan una mezcla de seda, resina y excremento en la superficie, frecuentemente infestan los tumores de la roya Cronartium, disminuye hasta en un 10 % la cosecha de conos; Apolychrosis synchysis, es muy abundante en los bosques del eje Neovolcánico y sus síntomas son similares a los de Dioryctria pinocolella; Cydia montezumae, las larvas barrenan el cono destruyendo las semillas, se desconoce su grado de afectación (Cibrián, et al, 1986). Peña (1988) afirma que los roedores consumen grandes cantidades de semilla de esta especie en la Sierra Nevada.

Franco y Sarukhán (1981) generaron un modelo de simulación que predice que los rodales de ésta especie son relativamente resistentes a la pérdida de semillas y plántulas, pues con la sobrevivencia del 0.05 % de las primeras y el 10 % de las segundas de cada generación, es posible mantener la estructura regular de un bosque incoetáneo.

Germinación

La capacidad germinativa de esta especie es directamente proporcional al tamaño de la semilla, tanto en semillas

claras como oscuras, aunque es mayor en éstas últimas sobre todo en tamaños que van de 4.5 a 5.9 mm de longitud. (Niembro et al. . 1978). Es posible almacenar semilla de esta especie por períodos de hasta 13 meses sin que haya perdida significativa en el poder de germinación, el envase puede ser de vidrio, papel, tela, plástico o aluminio y la situación no cambia si se somete a refrigeración (Oropeza, 1984). La semilla no reduce su viabilidad significativamente en el período que va desde su dispersión hasta su germinación natural y la apertura del dosel no tiene influencia en la pérdida de viabilidad (Velázquez, 1984).

Supervivencia

Velázquez (1984) concluye que el problema de la regeneración natural de ésta especie en la Sierra Nevada está asociada a un problema de depredación de semilla y a impactos de incendios y sobrepastoreo; el mismo autor encontró una correlación positiva muy estrecha entre intensidad de luz y ganancia de peso seco de las plántulas en sus primeros seis meses de vida. Por otro lado Saldivar et al. (1983), encontraron mayor cantidad de regeneración en condición de dosel abierta (189 plántulas) que en la condición cerrada (116 plántulas).

García (1985) evaluó el efecto del fuego en plántulas de un año de edad y regeneración establecida (plántulas de hasta 30 cm de altura); y concluye que se debe evitar el uso del fuego en áreas de regeneración ya que la mayor sobrevi-

vencia que obtuvo fué de 8.09 % de plántulas y en algunos tratamientos fué nula. En el caso de la regeneración establecida, el tratamiento con mayor sobrevivencia fue en terreno plano con 84.3 %, disminuyendo drásticamente en terrenos con pendientes mayores de 30 grados.

8.4.2. Cortas de Regeneración

Velázquez et al (1984) indica que para asegurar el establecimiento de la regeneración primero hay que eliminar la competencia de hierbas y pastos, y luego abrir el dosel gradualmente, como se hace con el método de cortas sucesivas, ya que observó que las plántulas responden a la luz al ganar peso seco. Por otro lado señala que las cortas silvícolas drásticas como matarrasa y arboles padres no garantizan la regeneración.

8.4.3. Preparación del sitio

Velázquez et al (1984) recomienda remover la cama semillera para favorecer la germinación y posteriormente remover gradualmente el dosel para favorecer el desarrollo de las plántulas. Aguirre (1981) indica que los suelos de la Sierra Nevada clasificados como andosoles mólicos, no presentan problemas de escorrentía y pérdida si se someten a quemas controladas, por lo que es deseable realizarlas pero en forma periódica, pero no anualmente.

8.5. DESARROLLO DE RODALES

8.5.1. Tratamientos intermedios

Control de densidad

A partir de ecuaciones generadas por Zepeda y Villarreal (1984) para estimar tres índices de densidad: Índice de Densidad de Rodales de Reineke (IDRR), Relación Area Arbol (RAA) y Factor de Competencia de Copas (FCC); los mismos autores elaboraron una guía de densidad (Zepeda y Villarreal, 1987) para esta especie (Fig 8.1) que define en un primer intento los límites de variación natural de la densidad, dentro de las cuales se pueden establecer los experimentos silvícolas para definir más exactamente la posición de los niveles "A" y "B"; los autores sugieren que para definir la tendencia de "A" es más conveniente utilizar el IDRR en vez de la RAA, por la ventaja práctica que representa tener "sobre" la guía un diagrama de Reineke. Por comodidad la guía se presenta en dos diagramas, uno de ellos comprende los diámetros cuadráticos promedio de 12.5 a 40 y el otro de 40 a 100; el nivel "B" es el 57 % del nivel "A". Para su utilización es conveniente aclarar que todos los rodales arriba de "A" deben ser aclarados y todos aquellos abajo de "C" cortados y respuestos, ya que ambos extremos representan pérdidas de crecimiento (Zepeda y Villarreal, 1987). Las prescripciones de aclareo en rodales ubicados entre las líneas "A" y "B" (densidad suficiente), deben hacerse según

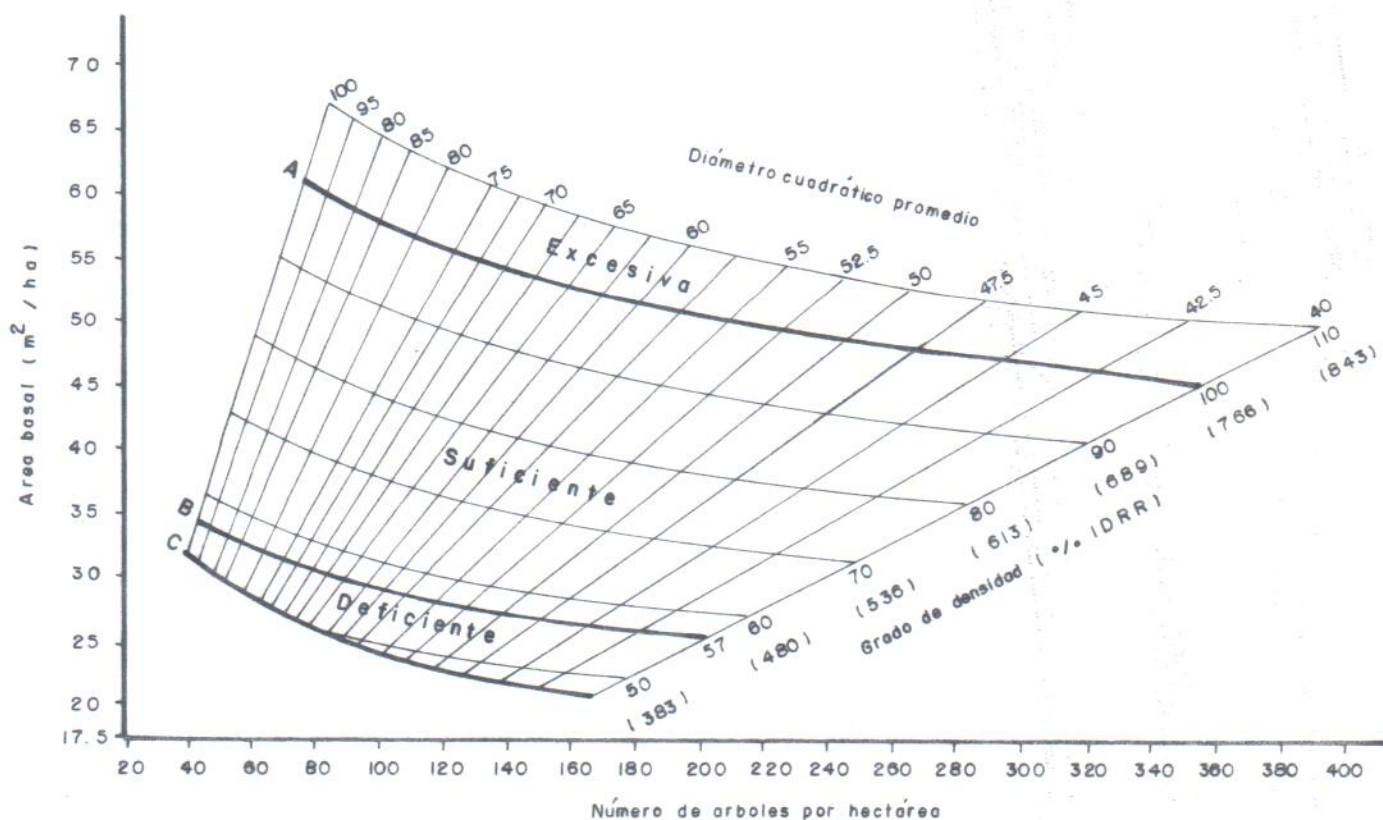
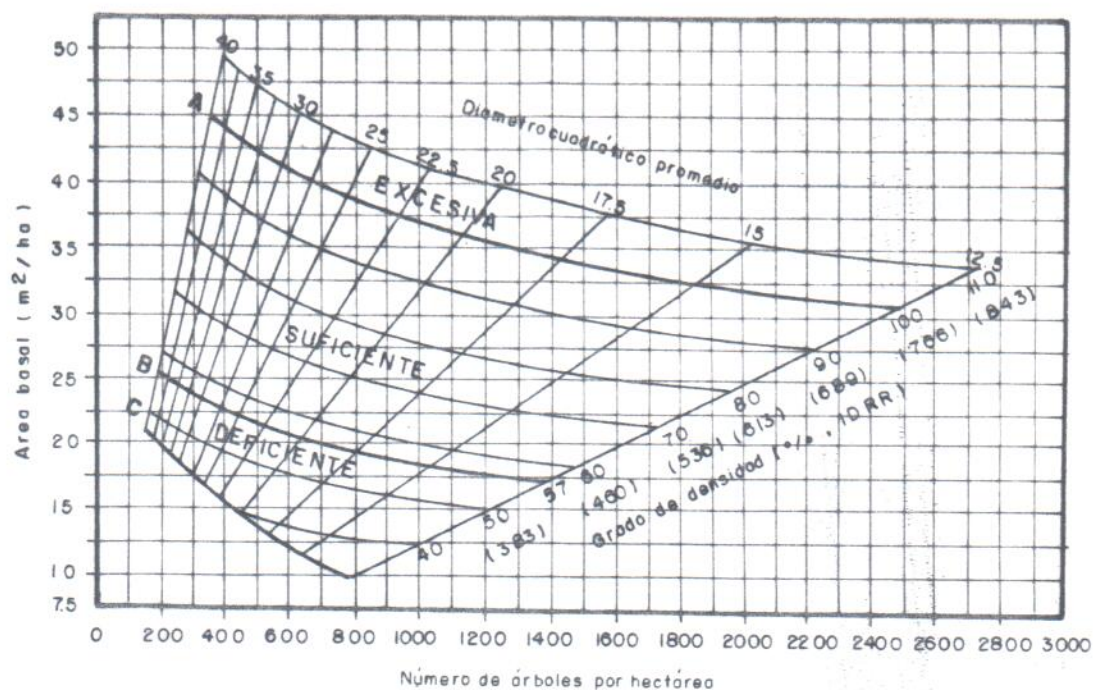


Fig. 8.1. Guía de densidad para *Pinus hertwegii* en Zoquiapan, México (Zepeda, 1987).

los objetivos de manejo de cada rodal.

Torres (1984) elaboró tablas de rendimiento de densidad variable para esta especie (anexos 8.1, 8.2 y 8.3). Para la primera tabla que corresponde a una calidad de sitio I, propone una intensidad de aclareo del 100 % del máximo incremento medio anual en volumen (que está por arriba del límite inferior del intervalo de aprovechamiento del sitio), en este caso a la edad de 70 años se obtiene un rendimiento total acumulado de $1040 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, lo que significa un 27 % más que lo que se obtendría de una masa sin tratamiento silvícola. Este autor propone que una intensidad de corta anual del 70 % del máximo IMA en volumen es más adecuada, ya que no requerirá un período de recuperación de la masa después de los 70 años. [Desde el punto de vista biológico es conveniente mantener la masa hasta los 100 años, pero desde el punto de vista financiero es más redituable cortar a los 70 años cuando los incrementos en área basal, volumen y altura comienzan a disminuir.] Para las calidades de sitio II y III (Anexos 8.2 y 8.3) se estimó una intensidad de corta de aclareo de 200 % del máximo incremento medio anual en volumen. Es posible observar también que el tiempo de recuperación de volúmenes es variable. Un aporte importante de este autor es que define un intervalo de aprovechamiento del sitio, limitado por la máxima cantidad de árboles existentes al inicio del cierre de copas. Dicho intervalo define la densidad a la que se debe mantener la masa para que no haya

subaprovechamiento (Fig. 8.2).

Entre sus conclusiones más importantes respecto al control de la densidad se encuentran las siguientes:

- a) La densidad promedio de establecimiento de la regeneración es de aproximadamente 8000 brinzales por ha, siendo similar en las tres diferentes calidades de sitio.
- b) Hasta la edad de cuatro años no son apreciables las diferencias en crecimiento originadas por diferencias en calidad de sitio.
- c) En densidades máximas esta especie se comporta de acuerdo al principio de la ley de autoaclareo, ya que el ajuste analítico de los puntos extremos da un valor aproximado a -1.5 de pendiente.
- d) El Índice de Densidad de Reineke para una densidad máxima es de 792 árboles.

Franco y Sarukhán (1981) recomiendan en bosque incoetáneos normales de ésta especie la aplicación de aclareos de una intensidad no mayor al 30 % de la densidad inicial, (expresada en número de árboles/ha y las cortas uniformemente distribuidas por clases de edad); de ésta manera se garantiza un rendimiento sostenido de $4.74 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.

8.5.2. Calidad de estación

Con técnicas de análisis de regresión y con información de altura-edad provenientes de parcelas temporales, Orantes

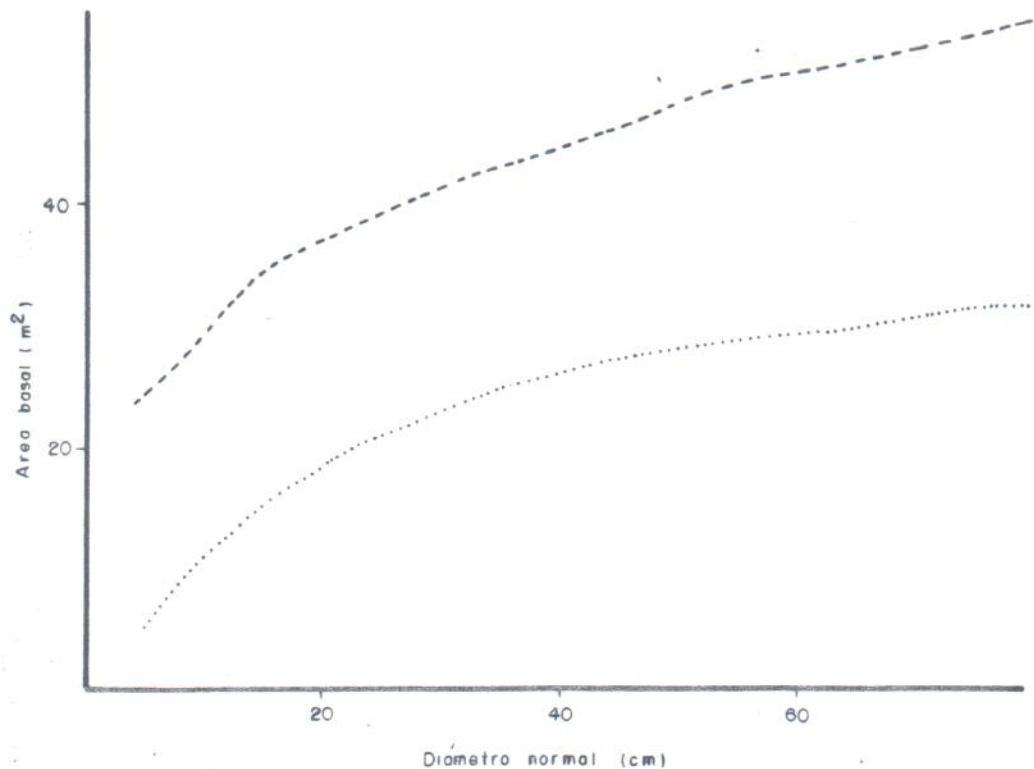


Fig. 8.2. Intervalo de aprovechamiento del sitio en *Pinus hartwegii*. La línea superior indica la máxima área basal que se puede lograr con un diámetro definido, la inferior muestra el área basal que se puede tener con un diámetro determinado en el momento que ocurre el cierre de copas (Torres 1984).

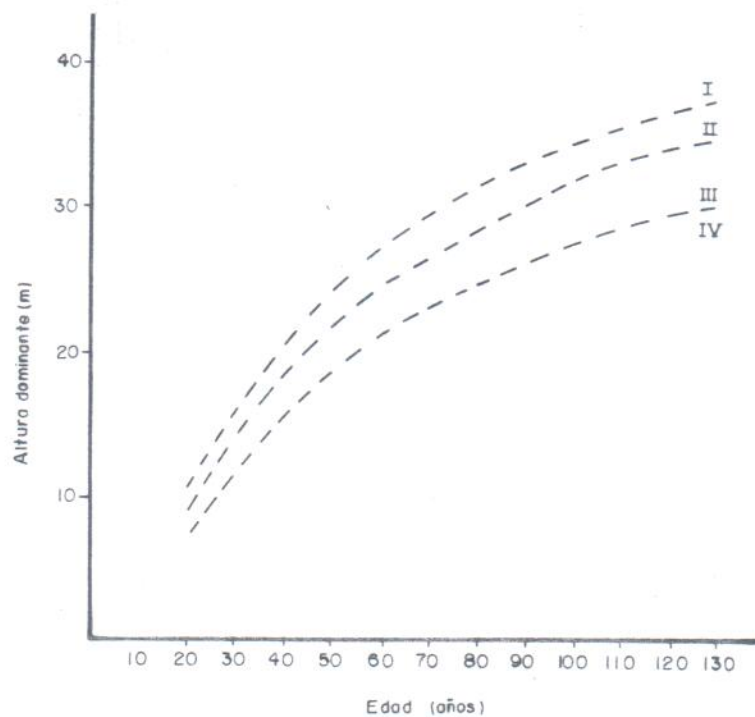


Fig. 8.3. Indices de sitio propuestos para *Pinus hartwegii* Lind. en la Estación Experimental de Zoquiapan, Méx. (Orantes, 1980).

(1980) construyó una familia de curvas anamórficas que definen cuatro índices de sitio (Fig 8.3) con diferencias de dos metros y tomando como base la edad de 50 años (Cuadro 8.2).

Cuadro 8.2 . Índice de sitio para Pinus hartwegii Lindl. en el Campo Experimental Zoquiapan, tomando como base la edad de 50 años.

Calidad	Denominación	Índice de sitio Altura dominante (m)
I	Rico	25 o más
II	Medianamente rico	23-25
III	Medianamente pobre	21-23
IV	Pobre	21 o menos

Fuente: Orantes (1980).

8.5.3. Crecimiento y rendimiento

Tablas de volúmen

Rodríguez y Padilla (1976) encontraron que los volúmenes individuales de fuste limpio y total de las especies de Pinus en Zoquiapan, México, pueden estimarse con las expresiones siguientes:

$$Vt = \text{Anti ln } (-9.5377 + 1.9649 \ln D + 0.89055 \ln H)$$

$$Vl = \text{Anti ln } (-9.5377 + 1.9649 \ln D + 0.89055 \ln h + 0.33239 \ln (90 - 2 h/45)).$$

Donde:

Vt = Volumen fuste total con corteza (m3)
Vl = Volumen fuste limpio con corteza (m3)
H = altura total (m)

h = altura de fuste limpio (m)
D = diámetro normal (cm)
ln = logaritmo natural

Eguiluz (1978), opina que probablemente P. hartwegii sea la conífera con menores incrementos debido a las bajas temperaturas de la zona en que habita. Larios (1979) reporta que este pino puede tener, dependiendo de su edad, tasas de incremento radial anual de 0.075-0.552 cm (0.15 - 1.104 cm de incremento diámetro anual).

Tablas de rendimiento

Garzón (1976) y Torres (1984) elaboraron tablas de producción normal y tablas de rendimiento con densidad variable, respectivamente, las cuales se pueden apreciar en los Anexos 8.1, 8.2, 8.3 y 8.4.

Torres (1984) estimó los valores del máximo incremento medio anual en volumen para tres localidades de sitio (Cuadro 8.3).

Modelos de crecimiento.

Beaman (1962) citado por Anaya et al. (1980) señala que en la Sierra Nevada el crecimiento en diámetro de ésta especie es rápido, registrándose un promedio de 35 cm a la edad promedio de 44 años.

Cuadro 8.3 Valores del máximo incremento medio anual en volumen de Pinus hartwegii en 3 calidades de sitio.

CALIDAD DE SITIO	EDAD DEL MAXIMO IMA (años)	VALOR DEL MAXIMO IMA (m3/ha/año)
I	61.2	11.173
II	64.5	10.362
III	63.0	9.715

Fuente: Torres (1984).

Franco y Sarukhán (1981) desarrollaron un modelo de simulación demográfica para poblaciones incoetáneas de ésta especie en Zoquiapan, México. Franco (1978) presentó una parte de ese trabajo en la Primera Reunión Nacional Sobre Modelos de Crecimiento en Arboles y Masas Forestales, en dónde exhibió los resultados del ajuste de las funciones Logística y de Gompertz, a datos de incremento radial (Y) a la altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo, de un solo árbol durante un período anual de crecimiento. La tendencia se observa en la Fig. 8.4 y las funciones calculadas fueron respectivamente:

$$Y = \frac{4.37}{1 + e^{5.07-0.88}}$$

$$Y = 4.37 (1 - e^{3.24-0.67})$$

Estos mismos autores ajustaron una función de tipo exponencial para observar el comportamiento de la densidad en No. de arboles/ha en relación a la edad; dicha función explícita

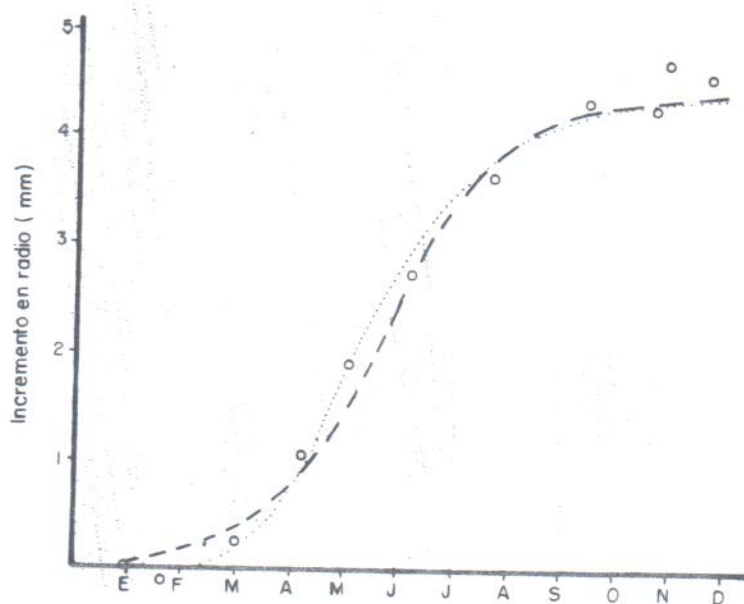


Fig. 8.4. Ajuste de una función logística (—) y una función de Gompertz (....) a datos de incremento radial a 1.30 m. del nivel del suelo de un fuste de árbol adutlo de Pinus hartwegii (Franco, 1978).

resultó ser:

$$n_i = 82.434 e^{-0.0236i}$$

Donde :

n_i = No. de arboles/ha de la edad i
 e = base de los logaritmos naturales
 i = categorías de edad desde 0 a 130 años.

Se estimó también el volúmen individual (V) en relación a la edad (i) de árboles mayores de 10 años, en dos condiciones que denominaron: intrferencia máxima y mínima y cuyas ecuaciones son respectivamente:

$$V = 0.0348 i^{2.4246}$$

$$V + 10 = 0.085 + i^{1.8295}$$

Las curvas de crecimiento aparecen en la Fig. 8.5 y los valores en el Cuadro 8.4.

Para el análisis del crecimiento de arboles promedio por categoría diamétrica, utilizaron los supuestos de Shinozaki et al. (1964) citados por ellos mismos, quienes estiman la producción de unidades leñosas en función del área foliar activa. Por otro lado la función que se utilizó para definir la sobrevivencia fué:

$$n_x = 5\ 000^{2/3}$$

Dónde:

n_x = Número de arboles de la categoría de edad x

1. La base de datos provino de un sitio de 1 ha en Zoquiapan, Méx.

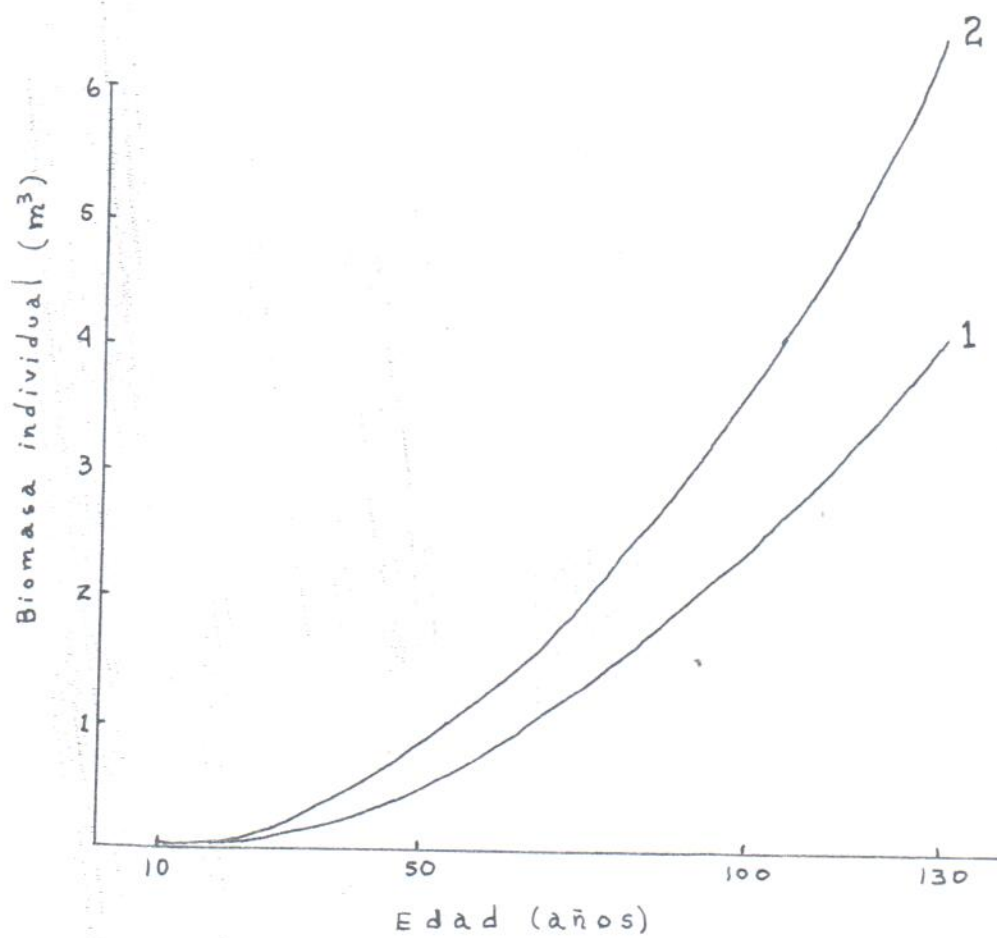


Fig. 8.5. Curvas de crecimiento en volúmen de árboles sujetos a autoaclareo por competencia "máxima" (1) y para árboles sin competencia (2) (Franco y Sarukhan, 1981).

Cuadro 8.4 Volúmen individual promedio bajo dos condiciones de competencia en rodales incoetáneos de P. hartwegii en Zoquiapan, México.

Años	Competencia máxima		Competencia mínima
	No.Arb./ha	V (m ³)	V (m ³)
10	223	0.008	0.008
20	84	0.043	0.076
30	50	0.139	0.248
40	34	0.302	0.512
50	24	0.523	0.861
60	18	0.797	1.291
70	15	1.123	1.799
80	12	1.503	2.383
90	10	1.923	3.040
100	9	2.394	3.769
110	8	2.904	4.569
120	8	3.459	5.437
130	7	4.042	6.373
140		4.646	7.378

Fuente: Franco y Sarukhán (1981).

Para el análisis del crecimiento de arboles promedio por categoría diamétrica, utilizaron los supuestos de Shinozaki et al. (1964) citados por ellos mismos, quienes estiman la producción de unidades leñosas en función del área foliar activa. Por otro lado la función que se utilizó para definir la sobrevivencia fué:

$$n_x = 5\ 000^{2/3}$$

Dónde:

n_x = Número de arboles de la categoría de edad x

El rango de las categorías de edad, así como el intervalo

1. La base de datos para el cálculo del volúmen con competencia mínima, provino de los arboles dominantes de dos sitios de 0.25 ha en Zoquiapan.

para hacer las iteraciones del modelo fué de 10 años. Los resultados de simulación indican que en rodales incoetáneos normales de P. hartwegii, en condiciones de competencia o interferencia máxima, el régimen de aclareos que proporciona los mayores rendimientos anuales (manteniendo la estructura irregular) es el de cortar cada 10 años el 30 % de los individuos (repartido equitativamente en todas las clases de edad); bajo éste régimen se llegan a obtener 4.74 m³/ha/año.

8.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Los bosques de esta especie son susceptibles al ataque de los siguientes descortezadores y barrenadores: Dendroctonus adjunctus, D. valens, D. approximatus, Ips integer, I bonansi, I mexicanus, Rhacionia sp., Halisidota alternata, Neodiprion quелlettei y Pythioptorus spp. Prieto y Pineda (1987) probaron dos métodos de control de Dendroctonus adjunctus en esta especie durante dos épocas del año; concluyeron que el tratamiento de derribo y descortezado es más efectivo para el combate del descortezador pues logra un 100 % de mortalidad de larvas, la mejor época para realizarlo es en la primera mitad del año; si se quisiera abaratar el costo, también es posible aplicar el tratamiento de derribo y abandono. En un estudio preliminar Andrade y Cibrián (1979) evaluaron el daño de muérdago enano (Arceuthobium globosum y A. vaginatum) sobre el incremento en diámetro de la especie y encontraron que lo disminuye aunque no precisa-

ron en que magnitud.

8.7 MEJORAMIENTO GENETICO

Eguiluz (1988) reporta que se está realizando el trabajo de investigación sobre la variación natural en P. hartwegii en tres características de las traqueidas a lo largo del Eje Neovolcánico, la colección de muestras se realizó en 1985 y los resultados se encuentran en la fase de interpretación.

8.8. USO COMBINADO

Rodríguez (1988), comparó a través de valor neto presente, tres alternativas de manejo forestal para rodales coetáneos de Pinus hartwegii en la Estación Experimental de Zoquiapan, México. Las alternativas probadas fueron:

- a) Cambio de uso a pastoreo y aprovechamiento de madera .
- b) Producción de madera con aplicación de dos aclareos y sin pastoreo.
- c) Producción de madera con aplicación de dos aclareos y pastoreo.

La alternativa que arrojó el más alto valor neto presente fué la que produce beneficios combinados de madera con dos aclareos y un pastoreo moderado a lo largo del turno (Cuadro 8.5).

Cuadro 8.5 Ingresos a diferentes períodos de tiempo y Valor Neto Presente para tres alternativas de manejo.

Alternativa 1. Pastoreo sin cultivo del bosque

Periodo	Concepto	Ingresos	V N P
30	Matarraza	94,081.22	94,081.22
30-80	Pastoreo	85,285.00	5,372.27
Total		179,366.22	99,453.49

Alternativa 2. Prod. de madera con dos aclareos sin pastoreo

30	Primer aclareo	96,429.50	96,429.50
40	-----	-----	-----
50	Segundo aclareo	266,185.00	1,071.94
60	-----	-----	-----
70	-----	-----	-----
80	Corta de reg.	857,317.82	0.88
Total		1'219,932.32	97,502.32

Alternativa 3. Prod. de madera, dos aclareos y pastoreo

30	Primer aclareo	96,429.50	96,429.50
30-39	Pastoreo	12,610.99	4,432.26
40-49	Pastoreo	273,985.00	1,229.62
50	2o. aclareo	-----	-----
50-59	pastoreo	8,249.00	12.19
60-69	pastoreo	6,918.90	0.60
70-79	pastoreo	861,425.92	0.90
80	corta de reg.	-----	-----
Total		1'259,619.30	102,105.07

Nota: Ingresos y V P N en Dólares de U.S.A.

Fuente: Rodríguez (1988).

8.9 BIBLIOGRAFIA CITADA

AGUIRRE BRAVO, C. 1981. Efectos del fuego en algunas propiedades físicas y químicas de los suelos forestales. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Pub. Esp. No.5, 73 p.

ANDRADE ESCOBAR, V. y D. CIBRIAN TOVAR. 1979. Evaluación de poblaciones de muérdago enano (Arceuthobium globosum Hawks y Wiens. y A. vaginatum Wild.) en bosques de Pinus hartwegii Lindl. en Zoquiapan, Edo. de Méx. Memoria del Primer Simposio Nacional sobre

- Parasitología Forestal, 18-19 de febrero de 1980. Soc. Mex. de Ent., Uruapan, Mich. pp. 238-253.
- CIBRIAN TOVAR, D. et al. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/ Cone and seed insects of the mexican conifers. Secretaria de Recursos Hidráulicos, México/U.S. Department of Agriculture, Forest Service. South eastern Forest. Experiment Station. 110 p.
- EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. México. 571 p.
- EGUILUZ PIEDRA, T. 1988. Comunicación personal.
- FRANCO BAQUEIRO, M. y J. SARUKHAN KERMEZ. 1981. Un modelo de simulación de la productividad forestal de un bosque de pino. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Unidad de Apoyo Técnico. No. 1 Serie Premio Nacional Forestal. 71 p.
- GARCIA LOPEZ, E.F. 1985. Efecto del fuego en la regeneración natural de Pinus hartwegii Lindl. en Zoquiapan. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx, 53 p.
- GARZON RINCON G., J.C. 1976. Tabla normal de producción para Pinus hartwegii Lindl. de la Estación experimental forestal de Zoquiapan. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx. 63 p.
- LARIOS SANCHEZ, P. 1979. Indice de calidad de las pulpas de dos coníferas. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 68 p.
- LOOK, E., M. 1950. The pines of México and British Honduras. L.S. Gray Co., South Africa. pp 12-133.
- NIEMBRO ROCAS, A., M.A. MUSALEM S. y H. RAMIREZ M. 1978. Efecto del tamaño y color de las semillas de Pinus hartwegii Lindl. en la germinación. Memoria de la Primera Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestal. pp. 110-117.
- ORANTES GORDILLO, F. R. 1980. Determinación de calidad

- de estación para Pinus hartwegii Lindl. en Zoquiapan, Méx. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 77 p.
- OROPEZA R., J. 1984. Estudio de almacenamiento de semillas de Pinus hartwegii Lindl. bajo condiciones controladas. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 56 p.
- ORTEGA SANVICENTE, J. H. 1962. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Abies religiosa (H.B.K.) Schl et Cham. y Pinus hartwegii Lindl. Tesis Ing. Agr. esp. en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 67 p.
- PATÍÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna, Jul. Ago. 10 (4): 20 -30.
- PEÑA BLANCAS, V. 1988. Comunicación personal.
- PRIETO ESPEJO, A. V. y J. J. PINEDA S. 1987. Evaluación de dos técnicas para el control del descortezador de pinos Dendroctonus adjunctus Blandf. en la Estación Experimental Forestal Zoquiapan, Estado de México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx., 97 p.
- REY CONTRERAS, J.A. 1975. Estudio de suelos de la Estación de Enseñanza, Investigación y Servicios Forestales de Zoquiapan. Bol. Tec. del Dpto. de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. 1(4):1-63.
- RODRIGUEZ BEJARANO, D. y H. PADILLA GARCIA. Tablas de Volúmenes para pino (Pinus sp.) y Oyamel (Abies religiosa Schl. et Cham.) del Campo Zoquiapan. Información Técnica de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo., 3(8):26-35.
- RZEDOWSKI, J. 1983. Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.
- SALDIVAR CASTILLO, J.D. et al 1983. Reporte de la práctica de regeneración realizada en el campo experimental Zoquiapan. Méx. Universidad Autónoma Chapingo. Manuscrito. 41 p.
- SUSANO HERNANDEZ, R. 1976. Campo Experimental Forestal San Juan Tetla, Pue. Ciencia Forestal 1(3):50-60.

- TORRES ROJO, J.M. 1984. Tablas de rendimiento de densidad variable para Pinus hartwegii Lindl. en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, Edo. de México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Mex. 278 p.
- VELAZQUEZ MARTINEZ, A. 1984. Estudio de algunos factores que influyen en la regeneración natural de Pinus hartwegii Lindl. en Zoquiapan, Méx., Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 123 p.
- VELAZQUEZ MARTINEZ, A.; M. A. MUSALEM SANTIAGO; MICHAEL R. KEYES y P. ZARATE DE LARA. 1986. Influencia del tratamiento al suelo y la condición de apertura de dosel en el establecimiento inicial de la regeneración natural de Pinus hartwegii Lindl. Agrociencia No. 64. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 147-170.
- VELAZQUEZ MARTINEZ, A. y M. A. MUSALEM SANTIAGO. 1986. Comportamiento de la viabilidad de la semilla de Pinus hartwegii Lindl. almacenada en el piso forestal. Agrociencia No. 64. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. pp. 141-146.
- ZEPEDA BAUTISTA, E.M. y M.E. VILLARREAL DOSAL. 1984. Estimación de tres índices de densidad para rodales naturales de Pinus hartwegii Lindl. en Zoquiapan, México. Inédito-mecanografiado. 35 p.
- ZEPEDA BAUTISTA, E.M. y M.E. VILLARREAL DOSAL. 1987. Guía de densidad para Pinus hartwegii Lindl., de Zoquiapan, México. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. 52 p.

Anexo 8.1 Tabla de rendimiento normal para Pinus hartwegii en Zoquiapan, México.

Edad	No. Arbs./ha	DNCC m	DNSC m	H(Tot.) m	H(F. Limp.) m
10	4 672	0.032	0.019	1.66	0.37
20	2 465	0.111	0.092	7.22	3.73
30	1 322	0.172	0.148	11.34	6.30
40	904	0.225	0.189	14.81	8.48
50	653	0.271	0.240	17.87	10.39
60	485	0.312	0.278	20.63	12.12
70	366	0.350	0.313	23.17	13.72
80	276	0.386	0.346	25.53	15.20
90	206	0.419	0.377	27.76	16.59
100	150	0.451	0.406	29.86	17.90
110	104	0.481	0.434	31.86	19.16
120	67	0.510	0.461	33.76	20.35
130	35	0.537	0.486	35.60	21.50

Anexo 8.1 continuación.....

Edad	AB/ha m ²	Vol/ha m ³	IMA m ³ /ha	ICA muerto	Vol. m ³	Vol. Total m ³
10	3.737	39.665	3.96	3.96	----	39.6
20	23.417	105.477	5.27	6.58	18.7	124.2
30	30.67	184.643	6.15	7.92	48.9	252.2
40	35.888	273.441	6.83	8.88	58.4	399.4
50	37.613	341.904	6.84	6.84	75.9	543.8
60	37.054	386.569	6.44	4.46	87.9	676.4
70	35.209	411.102	5.87	2.45	94.8	795.7
80	32.292	414.759	5.18	0.36	101.1	890.4
90	28.386	396.166	4.40	-1.85	105.2	987.1
100	23.955	359.209	3.59	-3.69	107.7	1057.8
110	18.896	302.087	2.74	-5.71	110.2	1110.9
120	13.681	231.736	1.93	-7.03	107.5	1148.0
130	7.924	141.481	1.08	-9.03	106.3	1164.0

Fuente: Garzón (1976).

Anexo 8.1 Tabla de rendimiento de densidad variables, con una intensidad de aclareo constante para rodales de *Pinus hartwegii* ubicado en calidad de sitio I en la E. F. E. Zoquiapan, Mxico.

M A S A E N P I E												
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3 EDAD 3	3 No. DE 3	3 DIAMETRO 3	3 GROSOR 3	3 DIAMETRO 3	3 AREA BASAL3	3 AREA BASAL3	3 INCREMENTO 3	3 INCREMENTO 3	3 ALTURA	3	3	3
3(AÑOS)3	3 ARBOLES3	3 CUADRATICO3	3 DE 3	3 CUADRATICO3	3 SIN 3	3 CON 3	3 EN AREA 3	3 EN AREA 3	3 PROMEDIO	3	3	3
3	3 POR Ha.3	3 PROMEDIO 3	3 CORTEZA3	3 PROMEDIO 3	3 CORTEZA 3	3 CORTEZA 3	3 BASAL POR 3	3 BASAL 3	3 (m)	3	3	3
3	3	3 SC (CM) 3	3 CM) 3	3 CC 3	3 (m2/ha) 3	3 (m2/ha) 3	3 ARBOL 3	3 SC 3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3 (CM) 3	3	3	3 SC 3	3 (m2/ha/año)3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3 (m2/ha/año)3	3	3	3	3
3	3	3	1/3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	103	80003	4.52-	3 - o - 3	- o - 3	- o - 3	- o - 3	- o - 3	- o - 3	- o - 3	1.46	
3	203	78683	5.403	0.553	6.513	17.993	26.223	0.0001693	0.53303	4.92		
3	253	31553	6.313	0.633	7.563	9.873	14.173	0.0008973	1.36543	7.98		
3	303	15093	10.023	0.883	11.783	11.923	16.453	0.0025523	2.08903	11.52		
3	353	8193	16.213	1.213	18.633	16.923	22.333	0.0028053	1.59303	13.04		
3	403	5683	21.013	1.433	23.863	19.703	25.403	0.0028223	1.22203	15.23		
3	453	4333	24.933	1.583	28.093	21.143	26.843	0.0021073	0.72903	17.42		
3	503	3463	27.053	1.683	30.863	20.563	25.883	0.0025413	0.71403	19.45		
3	553	2813	30.293	1.783	33.843	20.253	25.273	0.0030993	0.71603	21.35		
3	603	2313	33.283	1.883	37.143	20.223	25.023	0.0037973	0.72903	23.03		
3	653	1923	36.823	1.983	40.783	20.443	25.083	0.0046713	0.75203	24.53		
3	703	1613	40.683	2.093	44.863	20.933	25.443	0.0057153	0.78303	25.84		
3	753	1373	44.893	2.203	49.283	21.683	26.133	0.0062993	0.86303	27.12		
3	803	1373	49.013	2.303	53.603	25.993	30.913	0.0075113	1.02903	28.14		
3	853	1373	53.593	2.393	58.373	31.143	36.663	0.0082483	1.13003	29.07		
3	903	1373	59.243	2.503	64.233	37.763	44.393	0.0094043	0.88403	30.02		
3	953	943	64.353	2.593	69.513	30.543	35.673	0.0101493	0.95403	30.98		
3	1003	943	69.153	2.663	74.483	35.313	40.953	- o - 3	- o - 3	31.38		

ANEXO 8.1 CONTINUACION ...

A C L A R E O										
EDAD	VOLUMEN	AREA BASAL	AREA BASAL	AREA BASAL	No. DE	No. DE	MUERTO	TOTAL	VOLUMEN3 RENDIMIENTO3	
3A%OS3	REMANENTE3	REMOVIDA3	REMANENTE3	REMANENTE3	ARBOLES3	ARBOLES3	(m3)3	ACUMULADO3		
3	3 (m3)	3 (m2)	3 CON CORTEZA3	3 SIN CORTEZA3	REMOVIDOS3	REMANENTES3	3	(m3)3		
3	3	3	3 (m2)	3 (m2)	3	3	3	3		
3	3	3	3	3	3	3	3	3		
3	103	37.1563	- 0 - 3	- 0 - 3	- 0 - 3	8,0003	- 0 - 3	- 0 - 3		
3	203	74.8053	15.713	10.513	7.213	4,7133	3,1553	8.1233	111.7303	
3	253	51.2233	7.393	6.783	5.153	1,6463	1,5093	- 0 - 3	167.5953	
3	303	66.2793	7.523	8.933	6.473	6903	8193	- 0 - 3	223.4603	
3	353	126.1943	6.853	15.483	11.733	2513	5683	- 0 - 3	279.3253	
3	403	180.0053	6.023	19.383	15.033	1353	4333	- 0 - 3	335.1903	
3	453	223.2983	5.373	21.473	16.813	873	3463	- 0 - 3	391.0553	
3	503	240.1743	4.893	20.993	16.683	653	2813	- 0 - 3	446.9203	
3	553	257.2093	4.513	20.763	16.643	503	2313	- 0 - 3	502.7853	
3	603	274.7843	4.223	20.793	16.803	393	1923	- 0 - 3	559.6503	
3	653	293.4463	4.013	21.073	17.173	313	1613	- 0 - 3	614.5153	
3	703	314.1293	3.843	21.593	17.773	243	1373	- 0 - 3	670.3803	
3	753	395.2973	- 0 - 3	26.133	21.683	- 0 - 3	1373	- 0 - 3	670.3803	
3	803	481.9893	- 0 - 3	30.913	15.993	- 0 - 3	1373	- 0 - 3	670.3803	
3	853	586.6563	- 0 - 3	36.663	31.143	- 0 - 3	1373	- 0 - 3	670.3803	
3	903	502.8393	13.733	30.733	26.143	433	943	- 0 - 3	893.8403	
3	953	590.2493	- 0 - 3	35.673	30.543	- 0 - 3	943	- 0 - 3	893.8403	
3	3	40.9503	3	3	3	3	3	- 0 - 3	3	

FUENTE: TORRES (1984)



[illegible]

[illegible]

ADDDDDDDADDDDDDDDDADDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDADDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDY

A C L A R E O										VOLUMEN	MUERTO	TOTAL	
EDAD	VOLUMEN	VOLUMEN	AREA BASAL	AREA BASAL	AREA BASAL	No. DE	No. DE						
AÑOS	REMOVIDO	REMANENTE	REMOVEDA	REMANENTE	REMANENTE	ARBOLES	ARBOLES	(m³)		ACUMULADO			
3	3	(m²)	(m³)	(m²)	CON CORTEZA	SIN CORTEZA	REMOVIDOS	REMANENTES	3	(m³)	3		
3	3	3	3	3	(m²)	(m²)	3	3	3	3	3		
3	103	- o -	3	11.1263	- o -	3	- o -	3	- o -	3	- o -	3	
3	203	- o -	3	14.4473	- o -	3	- o -	3	- o -	3	- o -	3	
3	303	103.6203	132.4013	12.373	15.813	10.883	2,2703	2,9003	98.33	103.6203			
3	353	103.6203	140.5223	13.213	17.913	13.003	1,2313	1,6693	- o -	3	207.2403		
3	403	103.6203	159.9883	12.703	19.613	14.623	6563	1,0133	- o -	3	310.8603		
3	453	103.6203	157.0063	11.893	18.003	13.693	4033	6103	- o -	3	414.4803		
3	503	103.6203	118.9493	11.033	12.663	9.773	2843	3263	- o -	3	518.1003		
3	553	103.6203	68.0633	10.373	6.813	5.323	1973	1293	- o -	3	621.7203		
3	603	- o -	3	83.3703	- o -	3	7.863	6.183	- o -	3	1293	- o -	3
3	653	- o -	3	97.8943	- o -	3	8.753	6.923	- o -	3	1293	- o -	3
3	703	- o -	3	111.6883	- o -	3	9.523	7.563	- o -	3	1293	- o -	3
3	753	- o -	3	136.6963	- o -	3	11.173	8.933	- o -	3	1293	- o -	3
3	803	- o -	3	170.5863	- o -	3	13.393	10.803	- o -	3	1293	- o -	3
3	853	- o -	3	189.0443	- o -	3	14.343	11.603	- o -	3	1293	- o -	3
3	903	- o -	3	212.7263	- o -	3	15.603	12.683	- o -	3	1293	- o -	3
3	953	- o -	3	233.7833	- o -	3	16.603	13.533	- o -	3	1293	- o -	3
3	1003	257.8413	257.8413	17.803	- o -	3	- o -	3	1293	- o -	3	- o -	3
3	1003	257.8413	257.8413	17.803	- o -	3	- o -	3	1293	- o -	3	- o -	3

M A S A E N P I E									
3	3	3	3	3	3	3	3	VOLUMEN	RENDIMIENTO
EDAD	VOLUMEN	AREA BASAL	AREA BASAL	AREA BASAL	No. DE	No. DE	MUERTO	TOTAL	
%OS	REMANENTE	REMOVIDA	REMANENTE	REMANENTE	ARBOLES	ARBOLES	(m3)	ACUMULADO	
3	3	(m3)	3	(m2)	CON CORTEZA	SIN CORTEZA	REMOVEDOS	REMANENTES	3
3	3	3	3	(m2)	3	(m2)	3	3	3
3	103	8,0003	- o - 3	- o - 3	4.133	- o - 3	- o - 3	- o - 3	- o - 3
3	203	8,0003	- o - 3	- o - 3	5.603	- o - 3	- o - 3	0.0001093	0.8723
3	303	7,9463	5.373	0.553	6.483	17.993	26.173	0.0001813	0.7043
3	353	3,8913	6.353	0.633	7.603	12.333	17.673	0.0015703	1.6583
3	403	1,0563	11.843	0.983	13.793	11.633	15.783	0.0016403	1.7323
3	453	1,0563	15.643	1.183	17.993	20.293	26.853	0.0026493	1.4333
3	503	5413	20.333	1.403	23.123	17.573	22.713	0.0022153	0.5563
3	553	2513	23.563	1.533	15.623	10.943	13.963	0.0017133	0.4303
3	603	2513	25.773	1.613	18.993	13.093	16.583	0.0016813	0.4273
3	653	2513	27.773	1.693	31.153	15.203	19.123	0.0015453	0.3883
3	703	2513	29.493	1.753	32.983	17.143	21.443	0.0013393	0.3363
3	753	2513	30.903	1.803	34.493	18.823	23.453	0.0010523	0.2643
3	803	2513	31.973	1.833	35.633	20.143	25.033	0.0006693	0.1683
3	853	2513	32.643	1.853	36.343	21.003	26.043	0.0011593	0.2913
3	903	2513	33.753	1.923	37.183	22.453	27.253	0.0009163	0.2303
3	953	2513	34.603	2.333	39.263	23.603	30.393	0.0005153	129.0003
3	1003	2513	35.073	2.553	40.163	24.243	33.393	3	3

MASA EN PIE									
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3 EDAD	3 ALTURA	3 RELACION	3 INCREMENTO	3 VOLUMEN	3 VOLUMEN	3 PRODUCCION	INCREMENTO EN VOLUMEN		
3 (AÑOS)	3 PROMEDIO	3 ALTURA	3 EN ALTURA	3 DEL ARBOL	3 DEL ARBOL	3 NETA	3 MEDIO	CORRIENTE	
3	3 (M)	3 FORMA	3 FORMA (M)	3 MEDIO SIN	3 MEDIO CON	3 (m³/ha)	3 ANUAL	ANUAL	
3	3	3 (M)	3 QUINQUENIOS	3 CORTEZA	3 CORTEZA	3	3 (m³/ha/año)	3 (m³/ha/año)	
3	3	3	3	3 (M³)	3 (M³)	3	3	3	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	103	1.193	0.303	0.973	- o -	3	0.0006433	5.1453	0.6233
3	203	1.573	2.243	1.233	- o -	3	0.0014213	11.3713	17.9033
3	303	6.493	4.703	0.983	0.0103643	0.0239573	1,900.3743	6.346	8.0273
3	353	10.983	5.683	0.823	0.0177223	0.0342743	133.3603	3.810	15.063
3	403	11.553	6.503	0.713	0.0918853	0.1056193	111.5303	2.788	17.5563
3	453	11.723	7.213	0.653	0.1588293	0.1887443	199.3133	4.429	15.8473
3	503	12.843	7.863	0.613	0.2754143	0.3352983	181.3963	3.628	7.0443
3	553	13.943	8.473	0.583	0.3890273	0.4759783	119.4703	2.172	6.3233
3	603	15.043	9.053	0.563	0.4918023	0.6019373	151.0863	2.518	6.7783
3	653	16.113	9.613	0.553	0.6018313	0.7369473	184.9743	2.846	6.8053
3	703	17.173	10.163	0.543	0.7137333	0.8725093	219.0003	3.129	6.6143
3	753	18.223	10.703	0.543	0.9220563	1.1252763	282.4443	3.531	5.0763
3	803	19.273	11.243	0.543	1.0054553	1.2263943	307.8253	3.621	5.7573
3	853	20.323	11.783	0.533	1.1218513	1.3410743	336.6113	3.740	10.9373
3	903	21.363	12.313	0.533	1.2270553	1.5589603	391.2993	4.119	11.2753
3	953	22.433	12.843	0.533	1.3112723	1.7835713	447.6763	4.477	3
3	1003	24.813	13.373	3	3	3	3	3	3

[illegible]

@@@@@ADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDDDDADDDDDDDDD

156

Pinus pseudostrobus Lindl.

9.1 INTRODUCCION

Pinus pseudostrobus pertenece a la Sección Pseudostrobus de acuerdo a Martínez (1948), que se caracteriza por tener cinco acículas por fascículo y conos ovoides, esta especie presenta una gran variedad morfológica que ha llevado a los taxónomos a diferenciar cuatro variedades apulcensis, coatepecensis, oaxacana y estevezii y dos formas: protuberans y megacarpa. Mirov (1958), citado por Eguiluz (1978), a partir del estudio de la química de la resina elevó a la categoría de especie a la variedad oaxacana, sin embargo Stead (1983), citado también por Eguiluz (1978), restableció nuevamente a Pinus oaxacana a la categoría de variedad.

Se especula que Pinus pseudostrobus puede cruzarse de manera natural con las especies del Grupo Montezumae, especialmente con sus variedades, con las cuales tiene afinidad.

Martínez (1948) lo describe como un árbol hasta de 25m de alto con ramas extendidas y verticiladas, corteza lisa, acículas en grupos de cinco, de 17 a 24 cm de largo, delgadas, triangulares y flexibles de color verde intenso, conos ovoides de 8 a 10 cm, sobre pedúnculos de 10 a 15 mm y a

veces sesil. De amplia distribución en nuestro país en la Sierra Madre Oriental, parte de la Occidental, Chiapas y se introduce hasta Nicaragua.

Es buen productor de resina, su fuste recto y limpio permite su uso en aserrío, triplay, chapa, pulpa para papel, cajas de empaque y molduras; su madera es muy apreciada para artesanías y ebanistería. Por su potencial genético ha sido introducido en ensayos de procedencia en diversas partes del mundo.

9.2 MARCO ECOLOGICO

9.2.1 Clima

Pinus pseudostrobus Lindl se distribuye en climas subtropicales y templados con precipitaciones desde 500 a 2000 mm anuales, pero su mayor frecuencia ocurre en rangos de 1000 a 1300 mm repartidos de abril a septiembre. Las temperaturas extremas máximas se acercan a 40 °C y las mínimas hasta -9°C, con una media anual de 14.7°C, 2/3 del año o menos con nublados en la cordillera Neovolcánica y 1/3 o más de días soleados (Eguiluz, 1978).

En el estado de Chiapas de acuerdo a Zamora (1978), la especie típica se distribuye entre 2400 y 3000 m snm, con precipitación anual entre 900 y 2500 mm y temperaturas medias anuales de 15° a 25°C; en cambio P. pseudostrobus var. oaxacana se encuentra dentro del mismo estado entre 1800 y 2650

m snm, con precipitación de 1000 a 1500 mm anuales, con temperatura media anual de 14.5° a 19 °C.

9.2.2 Suelos

En cuatro entidades de la Región Central Bermejo (1986), lo encontró vegetando en suelos profundos, color café oscuro y en buenas condiciones de humedad; en Michoacán y Oaxaca se le observa suelos café-amarillentos, de textura areno-arcillosa y estructura granular, con profundidades de 1 a 3m, con buen drenaje; la capa de humus es de 10 a 30 cm, pH de 4.5 a 7.0 con bajos a medios contenidos de P, medios en Ca y K y altos en N. También se le ha observado sobre suelos calizos delgados en el Noreste del país.

Sánchez y Huguet (1967) citan a esta especie en suelos pardos forestales, relativamente profundos y bien drenados derivados de basaltos y cenizas volcánicas.

En el estado de Chiapas, Zamora (1978) lo reporta sobre suelos areno-francos, franco-arenosos, franco arcillosos, y arcillo-arenosos, con roca aflorante, pH de 5.00 a 7.5, con drenaje medio, suelos someros, de 0.5 a 1 m de profundidad en terrenos con pendientes suaves y de dos a tres metros cerca de arroyos.

9.2.3 .Especies asociadas

Se le puede encontrar en masas puras, pero es común que se asocie con otros pinos como: P. montezumae, P. Chiapensis, P. ayacahuite, P. oocarpa var. ochoterenai, P. patula, P. cembroides, P. rudis, P. douglasiana y P. maximinoi, además con Abies religiosa, Quercus sp., Arbutus sp., Buddleia sp., Alnus sp., y Dasyllirion sp. (Eguiluz, 1978). También se la ha reportado en asociación con P. lawsoni, P. michoacana y P. pringlei en elevaciones bajas (Sánchez y Huguet, 1967).

En Chiapas Zamora (1978) lo encontró asociado con Pinus oocarpa var. ochoterenai, P. teocote, P. ayacahuite, P. montezumae, Cupressus lindleyi, Abies guatemalensis var. tacanensis, Quercus sp y Arbutus sp.

9.3 SUCESION VEGETAL

Eggler (1948), citado por Rzedowski (1980), opina que en la región de Uruapan, Michoacán; ésta especie junto con Pinus leiophylla son subclimax y que la vegetación estable corresponde al bosque mezclado de Quercus y Pinus.

9.4 REGENERACION NATURAL

9.4.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La edad de fructificación es entre seis y siete años, el número de semillas por kilogramo de la forma típica es de 46 000, el porcentaje de germinación de 65 %, la época de floración de febrero a marzo; la de apertura de conos de octubre a noviembre; y la dispersión de semilla es en diciembre (Patiño, 1973).

Desarrollo inicial

Pinus pseudostrobus Lindl. es una especie de rápido crecimiento juvenil, produce entrenudos largos y rectos, ramas verticiladas y esbeltas.

Plagas de conos y semillas

Cibrián, et al (1986) encontraron las siguientes plagas en conos y semillas de Pinus pseudostrobus Lindl.:

- a) Conopthorus conicolens . Barrena el pedúnculo de conos de segundo año. En el estado de Michoacán causan la muerte de entre un 15 y un 60% de la cosecha de conos.
- b) Conopthorus ponderosae . Barrenador de conillos, haciéndolos caer prematuramente, el daño es variable, y aún no ha sido evaluado.
- c) Megastigmus albifrons. Desarrolla parte de su ciclo anual dentro de la semilla, al salir el adulto deja un orificio circular de 1 mm de diámetro; su daño disminuye la cosecha hasta en un 4 % .
- d) Hidroeciodes nsp. Palomilla cuyas larvas se alimentan de

las escamas de conos del segundo año, la magnitud de los daños aún no ha sido evaluada.

- e) Cydia montezumae. Daña a conos al inicio de su crecimiento.
- f) Chionaspis pinifoliae. Insecto que reduce el crecimiento de los conos pero no los mata.
- g) Cecidomyia bisetosa. Mosca que causa una hipertrofia en los conos, disminuye hasta en 4 % la cosecha de conos.

9.5 DESARROLLO DE RODALES

9.5.1 Tratamientos intermedios

Control de la densidad

Durante los años de 1975 y 1976 se estableció el sitio experimental "Dos Aguas", en el estado de Michoacán (Mas, 1988); en un bosque mezclado de coníferas con predominancia de Pinus pseudostrobus Lindl. y P. herreai (además de P. michoacana y P. oocarpa), el propósito de este experimento fue estudiar el comportamiento del incremento en diámetro, altura, área basal y volumen, así como el aumento en la calidad de trocería, por efecto de varias intensidades de aclareo. Se establecieron tres bloques de una hectárea cada uno, en un bosque coetáneo de 30 años en promedio y una altura entre 15 y 30 m. (el área efectiva de cada unidad experimental fué de 625 m²).

Los tratamientos consistieron en : aclareo ligero (15%), aclareo medio (25%), aclareo fuerte (35%) y un testigo sin aclareo. Los aclareos se aplicaron en parcelas cuyos bosques corresponden a las etapas de latizal y joven y medio fustal con una combinación de aclareo selectivo y aclareo por lo bajo. La intensidad de corta (IC) se calculó en base al volúmen original de las existencias reales (ER), el área basal residual correspondió al de los árboles sanos y bien conformados y el volúmen de corta (VC) al de los árboles indeseables. La formula de cálculo fué:

$$IC = (VC/ER)100$$

Después de 14 años se obtuvieron los resultados y conclusiones siguientes:

- a) La mayor mortandad se registra en el tratamiento testigo con 181 árboles desaparecidos, contra 17 muertos en el tratamiento de I.C. de 35 % (Cuadro 9.1).
- b) El mayor incremento en área basal ocurre en el tratamiento de I.C. de 25 %, con una diferencia de 17.4 m² con respecto a la condición inicial.
- c) El mayor incremento en volúmen se registra en el tratamiento de I.C. del 35 % con un 106 % mayor que el volúmen inicial; sin embargo, el testigo también alcanza el mismo porcentaje.

Cuadro 9.1 Comparación de algunos parámetros dasométricos entre la condición residual y 14 años después en rodales aclarados con predominancia de P. pseudostrobus en "Dos Aguas", Mich.

CONDICION RESIDUAL					CONDICION FINAL		
TRAT.	IC%	No.ARBS.	AB	V	No.ARBS.	AB	V
A	0	493.3	29.9	314.6	312.0	38.6	649.3
B	15	341.3	29.8	334.4	238.7	31.8	538.4
C	25	253.3	26.7	311.1	226.6	44.1	534.0
D	35	233.3	24.3	280.3	216.0	33.5	576.4

Cuadro 9.1 continuación.....

DIFERENCIAS						
TRAT.	No.ARBS.	%	AB	%	V	%
A	-181	37	8.7	29	334.7	106
B	-103	30	1.9	6	204.0	61
C	- 27	11	17.4	65	222.9	72
D	-17	7	9.2	38	296.1	106

AB= area basal en m². V= volúmen en m³
Fuente: Mas (1988).

d) El análisis de varianza de los parámetros de ICA e IMA en diámetro, altura, área basal y volumen en valores totales por tratamiento y por bloque, indica que aunque existen diferencias entre tratamientos, estas no son significativas estadísticamente.

e) En cuanto a Incremento Medio Anual e Incremento Corriente Anual, se observa en el Cuadro 9.2 que aunque el ICA en volúmen del testigo es igual al del tratamiento de 35% de IC, éste y el resto de los tratamientos tuvieron un mayor ICA en AB; lo que implica que recuperaron sus volúmenes a una tasa mayor de crecimiento.

Cuadro 9.2 Incrementos de algunos parámetros dasométricos en parcelas de aclareos en P. pseudostrobus, en "Dos Aguas", Mich.

INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA)					
TRAT.	IC %	D	H	AB	V
A	0	235.3	187.2	0.703	11.6
B	15	176.2	129.6	0.569	9.5
C	25	152.7	117.6	0.519	8.8
D	35	184.7	138.0	0.647	11.1

Cuadro 9.2 continuación.....

INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA)					
TRAT.	IC %	D	H	AB	V
A	0	1095.8	188.2	0.702	11.8
B	15	1064.6	129.6	0.610	10.3
C	25	833.2	117.6	0.558	9.5
D	35	872.6	138.0	0.686	11.8

Fuente: Mas (1988).

f) Por observación directa de las parcelas se puede decir que los tratamientos de mayor I.C. presentan mejor conformación, limpieza, calidad y mayores diámetros.

g) La mejor respuesta a los aclareos se obtuvo con la I.C. del 35 %, en cuyas parcelas se extrajeron 270 árboles, 16 m² de área basal y 161 m³ de volúmen (Cuadro 9.3). Su condición actual presenta poca mortandad y una buena recuperación del volúmen extraído (Cuadro 9.3).

h) Regular respuesta se obtuvo con I.C. del 25 %, cuyos valores siguen de cerca al tratamiento del 35 %.

Cuadro 9.3 Comparación de algunos parámetros entre la masa original y la residual después de los aclareos en parcelas de P. pseudostrobus en "Dos Aguas", Michoacán.

MASA ORIGINAL				MASA RESIDUAL		
IC %	No.ARBS.	AB	V	NO.ARBS.	AB	V
0	493.3	29.9	314.7	493.3	29.9	314.7
15	562.6	36.6	392.2	341.3	29.8	334.4
25	474.6	37.5	416.8	253.3	26.7	311.1
35	504.0	41.9	461.2	233.3	24.3	280.4

Cuadro 9.3 continuación....

ARBOLADO CORTADO			
IC %	No.ARBS.	AB	V
0	---	---	---
15	221.3	6.8	57.7
25	254.6	10.8	105.8
35	270.6	16.0	161.6

Fuente: Mas (1988).

9.5.2. Calidad de estación

Aguirre y Zepeda (1985) construyeron un sistema de curvas polimórficas de índice de sitio para ésta especie, pero en rodales localizados en el estado de Nuevo León que pertenece a la Región Noreste.

Maldonado (1984) también generó un sistema de curvas polimórficas de índice de sitio para Pinus pseudostrobus, pero en éste caso para bosques del estado de Oaxaca que corresponde a la Región Sur.

9.5.3 Crecimiento y rendimiento

Mas (1970), reporta que: la especie alcanza la etapa de brinzal (1.30 m) antes de los 5 años, lo cual es muy ventajoso sobre todo en lugares donde existe una maleza de plantas anuales.

El crecimiento en altura del P. pseudostrobus Lindl. es más rápido de los 10 a los 20 años, se ha encontrado que la culminación del ICA en altura se presenta a los 12 años de edad, lo que sugiere la necesidad de un primer aclareo para estimular el crecimiento en diámetro. En las mejores calidades de sitio llega a alcanzar los 32 m de altura a los 50 años, lo que constituye el 90% de su altura total (Mas, 1970).

Aguirre y Zepeda (1985) generaron dos ecuaciones: una para predecir el incremento en diámetro y otra para predecir el incremento en área basal, la base de datos proviene de Nuevo León que pertenece a al Región Noreste.

El crecimiento en diámetro es muy regular de los 10 a los 30 años, dándose la culminación del ICA entre los 20 y 25 años de edad, lo que sugiere la aplicación de una segunda corta de aclareo para seguir estimulando el crecimiento en ésta dimensión. El diámetro de 45 cm. se alcanza a los 46 años, el cual puede adoptarse como turno técnico para el manejo silvícola de esta especie (Mas, 1970).

Esta especie alcanza un 0.1 m³ entre los 20 y 30 años, 1 m³ alrededor de los 35 años y 4 m³ entre los 60 y 65 años de edad (Mas, 1970).

9.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Pinus pseudostrobus Lindl. es hospedero de los barrenadores Dendroctonus adjunctus, Ips plastographus, Ips bonanseai, Ips callegraphus. e Ips cribricollis sin que se haya realizado alguna evaluación del grado de daño. (Piña y Muñoz, 1981).

9.7 MEJORAMIENTO GENETICO

9.7.1 Estudios morfológicos

Moreno (1983) estudió la variación morfológica de esta especie y encontró que el número de acículas y longitud de ala de la semilla fueron los más constantes, en tanto que el número de semillas por cono fué la característica más variable.

Bermejo (1986) estudió la variación de 28 caracteres morfológicos; a través de un muestreo de 6 poblaciones de esta especie en los estados de México, Hidalgo, Puebla y Morelos; el estudio concluye que la variación fue altamente significativa entre localidades para 27 caracteres, para 21 entre árboles dentro de localidades y para 5 dentro de árboles. Algunas características de acículas, conos y semillas

están correlacionadas con factores ambientales y los caracteres de la madera varían de acuerdo a la edad del árbol.

9.7.2 Propagación vegetativa

A nivel experimental se han realizado en nuestro país dos trabajos de injertos (Carrera, 1982 y Barbosa, 1984) y uno de propagación in vitro de inóculos (Barrientos, 1983).

Carrera (1982) realizó injertos de P. pseudostrobus en patrones de dos años de edad, las yemas injertadas se tomaron de la parte superior y externa de la copa de arbolado joven, los tipos de injerto probados fueron el injerto terminal y el injerto lateral, en condiciones de vivero e invernadero. Se concluyó que el método terminal resulta más sencillo de aplicar y se obtiene mayor supervivencia, tanto en invernadero como en vivero.

Por su parte Barbosa (1984) probó los tipos de injerto: fisura terminal y enchapado lateral, bajo dos tipos de protección: bolsa de polietileno más bolsa de papel de estraza y un cobertizo de madera y tela de ixtle, y un testigo a la intemperie.

Los resultados muestran que el injerto en enchapado lateral es el más recomendable para la especie, además es conveniente proteger los injertos con bolsas de polietileno y papel de estraza por algunas semanas. Las condiciones de intemperie y cobertizo son estadísticamente inferiores a las

bolsas e iguales entre sí.

Barrientos (1983) en su estudio morfogénico in vitro de inóculos provenientes de árboles jóvenes de Pinus cembroides, Pinus patula y Pinus pseudostrobus Lindl. encontró para esta última especie que los inóculos obtenidos de los 2 cm. de la acícula más próximos a la ramilla son los mejores y el medio de cultivo más adecuado para obtener callos es:

5 mg/l de BAP +0.05 mg/l de ANA +500 mg /l de glutina
+ 10 mg/l de Cisteína

donde:

ANA= Acido Naftalenacético y BAP= 6-bencilaminopurina

11. BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE CALDERON, O.A. y ZEPEDA BAUTISTA, E.M. 1985.
Estimación de índices sitio para Pinus pseudostrobus Lindl., de la región de Iturbide, Nuevo León. Ciencia Forestal. INIF, 56(10):50-64.
- BARBOSA GARCIA, M.G. 1984. Pruebas de injertado en Pinus Pseudostrobus var. oaxacana Mtz. en los Altos de Chiapas. SARH. SFF./INIF. Bol. Tec. No. 99. 35 p.
- BARRIENTOS PLIEGO, L. 1983. Estudio morfogénico in vitro de inóculos provenientes de árboles jóvenes de Pinus cembroides Zucc. P. pátula Schl et Cham. y P. pseu-
dostrobus Lindl.
- BERMEJO VELAZQUEZ, B. 1986. Variación natural de caracteres de acículas, conos, semillas, plántulas y madera en seis poblaciones de Pinus pseudostrobus Lindl. de la Región Central de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx., 108 p.
- CARRERA GARCIA, M.S. 1982. Ensayo de dos métodos de injerto en Pinus pseudostrobus Lindl. Bol. Tec. No. 75 INIF. México.

- CIBRIAN TOVAR, D. et al. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and. seed isects of the Mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México/ U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Southeastern Forest experiment Station. 110 p.
- EGUILUZ PIEDRA, T. 1977. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo Departamento de Bosques. México. 223-230 p.
- MALDONADO ROBLES, F. 1984. Índice de sitio y modelos de crecimiento para Pinus oaxacana Mirov. de la Región "Los Coatlán", Oax. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 65 p.
- MARTINEZ, M. 1948. Los pinos mexicanos. Ed. Botas México, México, D.F. 145 p.
- MAS PORRAS, J. 1970. Características del crecimiento de seis especies mexicanas de pino con gran futuro para reforestaciones artificiales. Memoria de la Primera Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SARH. DGICF. México. pp. 27-72.
- MAS PORRAS, J. 1988. Efectos de las intensidades de intervención por cortas intermedias, sitio "Dos Aguas" Michoacán. inédito.
- MORENO, B.G. 1983. Estudio de variación morfológica en Pinus pseudostrobus Lind. en 4 localidades de la Región Central de México. Tesis de Licenciatura. Uniersidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Uruapan, Mich. 69 p.
- PATIÑO VALERA, F. 1973 Floración, fructificación y reclección de conos y aspectos sobre semillas. Bosques y Fauna 10(4):20-30.
- PIÑA LUJAN, I. y MUÑIZ VELEZ, R. 1981. Los escolítidos como plagas forestales. Monografía III. Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. México, D.F. 114 p.
- SANCHEZ MEJORADA, N. y HUGUET, L. Las Coníferas de México. FAO. UNASYLVA. 13(1):24-35.
- ZAMORA SERRANO, C. 1978. Contribución al estudio ecológico de los pinos del estado de Chiapas. Inst. Nac. Invest. For Bol. Tec. No. 56. 32 p.

Pinus michoacana Martínez

10.1 INTRODUCCION

Esta es una especie de amplia distribución en la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y las Serranías Chiapanecas. Según Martínez (1948) presenta dos variedades (cornuta y quevedoi), dos formas (tumida y procera) además de la forma nayaritana de la variedad cornuta. Tiene un rango altitudinal entre 700 y 3000 m snm, pero los mejores fenotipos se encuentran entre 1600 y 200 m snm. El árbol alcanza de 20 a 30 m de altura, de corteza áspera y agrietada, tiene de cinco a seis hojas por fascículo de unos 30 a 35 cm de longitud; agujas asperas, robustas y flexibles de color verde-brillante, vainas persistentes.

Los conos son oblongo-ovoides de 25 a 30 cm de largo, persistentes y fuertes, algo resinosos, se les encuentra con frecuencia en grupos de tres, su color es moreno-violáceo. La madera es blanco-amarillenta de olor y sabor resinoso, en la variedad cornuta se observa una transición abrupta de madera temprana a tardía.

Esta especie es buena productora de resina sobre todo cuando se utiliza como estimulante el ácido sulfúrico. Su

madera es útil para aserrío, chapa, celulosa, cajas, duela, parquet, postes, tableros de partículas y para muebles y artesanías (Eguiluz, 1978).

10.2 MARCO ECOLOGICO

10.2.1 Clima

Comprende a los climas subtropical con verano bien definido y al templado cálido, con precipitación variable de 600 a 1600 mm anuales, temperatura media anual de 18 °C con extremas de -8 a 45°C, las heladas varían de 0 a 80 por año. Prefiere las mejores calidades de sitio que se encuentran entre 1300 a 2600 m snm.

10.2.2 Suelo

Se le encuentra sobre una amplia variedad de suelos, de 0.5 a 3 m de profundidad, de buen drenaje, pH de 5 a 6.5, en condiciones de topografía también variables: lomerios, pendientes, cañadas, laderas con afloramiento de roca; aunque en zonas planas alcanza sus mejores dimensiones. La textura que prefiere es la de migajón arenoso, ricos en materia orgánica; suelos de origen laterítico derivados de basalto, cenizas volcánicas y dolomitas asociadas con andesita.

10.2.3 Especies asociadas

En zonas planas se asocia con Pinus oocarpa y en lomeríos se mezcla con P. tenuifolia, P. pseudostrobus, P. pseudostrobus var. oaxacana, P. leiophylla, P. herrerae, P. douglasiana, P. montezumae, P. strobus var. chiapensis, P. cooperi, P. chihuahuana. También pueden estar presentes los géneros Juniperus y Quercus y en el estrato arbustivo se observan: Arbutus, Bacharis, Crataegus, Acacia, Celtis, Alnus, Rhus y otros de menor importancia.

10.3 REGENERACION NATURAL

10.3.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La época de floración es de febrero a marzo, la maduración del cono es de noviembre a diciembre. (Patiño, 1973).

Producción de conos y semillas

Sobre este aspecto no se han hecho evaluaciones, solamente Patiño (1973) reporta que en promedio se encuentran 29,218 semillas por kilogramo para la forma típica y 40,360 para la var. cornuta.

Plagas de conos y semillas

Las plagas más importantes son Dioryctria erythropasa

que puede infestar hasta un 30 % de la cosecha de conos, Leptoglossus occidentalis y Megastigmus albifrons ; otras plagas de ataque ligero son: Conotrachelus neomexicanus , Conophthorus michoacanae , Asynapta sp cerca strobiliphila , Cecidomya bisetosa , Herculia phoezalis , Cydia latisigna y Cydia (Cibrián et al, 1986).

Dispersión

La época de dispersión de semilla es en diciembre y enero, sin haberse hecho una evaluación de la distancia de dispersión.

Germinación

Martínez (1985) encontró que la época más adecuada para la siembra en vivero es de marzo a septiembre con una germinación mayor del 75 %. Patiño (1973) reporta porcentajes de germinación de 85 y 91 % para la forma típica y para la var. cornuta respectivamente.

Sobrevivencia

Martínez (1985) reporta que en condiciones de vivero obtuvo una sobrevivencia del 65 %, en condiciones de campo no hay estudio al respecto, pero se conoce que en los primeros años (de 3 a 5) permanece en estado cespitoso con un tallo engrosado y luego se desarrolla vigorosamente; los hongos

micorrícicos que se encuentran asociados a ésta especie son: Amanita muscaria, Lycoperdon crelatum, Lactarius indigo y Boletellus ananas.

10.3.2 Cortas de regeneración

Mas et al (1977) reportan que en el sitio "La Nieve" en donde se probaron cuatro intensidades de corta de regeneración (100, 69, 54, 35 y 0%) las especies de pino presentes fueron en orden decreciente por el número de árboles: Pinus herrerae, P. michoacana var. cornuta y P. oocarpa; por lo cual la información que se reporta para este aspecto puede consultarse en el capítulo dedicado al P. herrerae.

10.4 DESARROLLO DE RODALES

10.4.1 Tratamientos intermedios

Control de la densidad

Mas et al (1977) reportan que en 1977 se estableció un área demostrativa de podas y aclareos en el paraje "El Llamadero" (a 30 Km del poblado Dos Aguas, Mpio. de Coalcomán, Michoacán), la superficie tratada fue de poco menos de 3 ha, es una masa pura coetánea de Pinus michoacana Mtz. en estado de latizal con 17 años de edad, diámetro normal medio de 25 cm y altura media de 14 m.

El objetivo de este tratamiento fue el de obtener

troceria aserrable de buena calidad en un turno menor que el establecido de 48 años.

La información básica del rodal original fue la siguiente:

N = 560 árboles/ha,
AB = 26.7 m²/ha,
V = 292.26 m³/ha,
I.M.A. = 17.19 m³/ha,
I.C.A. = 25 m³/ha
Tiempo de paso = 5 años

Se realizó un aclareo selectivo extrayendo 140 árboles/ha y dejando 420 árboles/ha, bien conformados, con un área basal de 18.4 m²/ha y un volumen de 203.62 m³/ha; el espaciamiento medio fue de 5 m. (La intensidad de corta correspondió a un 30 %). La poda se dirigió sobre las ramas vivas inferiores hasta 3.80 y 5.00 m de altura sobre 160 árboles/ha, de los mejor conformados, la intensidad de poda fue de 1/3 de la copa.

Mas et al (inédito) reportan que 11 años después (1988), se realizó una evaluación con una intensidad de muestreo de 6.6 % para estimar los efectos combinados de poda y aclareo. Consultando tablas de área basal y de volumen unitario, se obtuvo la información de esos mismos parámetros por categoría diamétrica, separando árboles podados y no podados; posteriormente se estimó el IMA e ICA para diámetro, altura, área basal y volumen. El área basal y el volumen también se estimaron a nivel de hectárea para compararse con los datos

originales . Las conclusiones que se derivaron de este trabajo son las siguientes:

- a) El IMA en diámetro del arbolado podado, rebasa al del no podado, haciéndose más evidente en las categorías de 25 a 45 cm . (Cuadro 10.1).
- b) Para el caso del IMA en altura se observó un mayor valor en las categorías de 15 a 25 cm, superando ligeramente los podados a los no podados (Cuadro 10.1).
- c) Referente al IMA en área basal y volúmen, los mayores incrementos se registran en las categorías de 25 a 45 cm, superando sensiblemente el arbolado podado al no podado (Cuadro 10.1).

CUADRO 10.1 Incremento medio anual de varios parámetros de P. michoacana Mtz. en el sitio "El Llamadero" en 1988.

CATEG. DIAM.	ARBOLES PODADOS	DIAMETRO		ALTURA		AREA BASAL		VOLUMEN	
		cm	%	m	%	m2	%	m3	%
15	SI	0.65	4.3	0.78	4.3	0.0007	3.9	0.00	4.1
	NO	0.68	4.5	0.82	4.5	0.0008	4.5	0.008	4.1
20	SI	0.95	4.7	0.95	4.7	0.0015	4.7	0.016	4.7
	NO	0.80	4.0	0.80	4.0	0.0012	3.8	0.013	3.8
25	SI	1.00	4.0	0.80	4.0	0.0019	4.0	0.021	3.9
	NO	0.92	3.7	0.74	3.7	0.0018	3.7	0.019	3.6
30	SI	1.03	3.4	0.75	3.4	0.0024	3.4	0.026	3.4
	NO	1.07	3.5	0.71	3.5	0.0025	3.5	0.027	3.5
35	SI	1.25	3.6	0.78	3.5	0.0034	3.5	0.037	3.5
	NO	1.16	3.3	0.66	3.3	0.0032	3.3	0.034	3.2
40	SI	1.37	3.4	0.79	3.4	0.0043	3.4	0.057	3.4
	NO	1.33	3.3	0.76	3.3	0.0043	3.4	0.055	3.3
45	SI	1.50	3.3	0.76	3.3	0.0053	3.3	0.070	3.3
	NO	1.45	3.2	0.74	3.2	0.0051	3.2	0.067	3.2

Fuente: Mas, (inédito).

- d) En el caso de ICA en los diferentes parámetros de diámetro, altura, área basal y volumen, el comportamiento es similar, predominando ligeramente el del arbolado podado (Cuadro 10.2).
- e) Se observa limpieza y calidad superior en la primera troza comercial (16 pies) de los árboles podados, en cambio en los no podados se obtienen trozas limpias de 8 pies.
- f) Se observa sanidad y cicatrización buenas en los árboles podados.

Cuadro 10.2 Incremento corriente anual de algunos parámetros en Pinus michoacana Mtz. en el sitio "el Llamadero" en 1988.

CATEG. DIAM.	ARBOLES PODADOS	DIAMETRO		ALTURA		AREA BASAL		VOLUMEN	
		cm	%	m	%	m2	%	m3	%
15	SI	0.48	3.2	0.72	4.0	0.0013	7.4	0.014	7.4
	NO	0.52	3.4	0.72	4.0	0.0014	8.3	0.025	8.3
20	SI	0.54	2.7	0.90	4.5	0.0021	6.6	0.022	6.6
	NO	0.46	2.3	0.90	4.5	0.0023	4.7	0.016	4.7
25	SI	0.56	2.2	0.90	4.5	0.0017	3.6	0.019	3.6
	NO	0.60	2.4	0.90	4.5	0.0019	4.0	0.021	4.0
30	SI	0.60	2.0	1.09	4.9	0.0025	3.6	0.027	3.6
	NO	0.46	1.5	0.90	4.5	0.0026	3.7	0.028	3.7
35	SI	0.84	2.4	1.09	4.9	0.0039	4.1	0.042	4.1
	NO	0.78	2.2	0.90	4.5	0.0039	4.1	0.042	4.1
40	SI	0.80	2.0	1.18	5.1	0.0039	3.1	0.051	3.1
	NO	0.58	1.4	1.18	5.1	0.0039	3.1	0.051	3.1
45	SI	0.88	1.9	1.18	5.1	0.0038	2.4	0.050	2.4
	NO	0.80	1.7	1.18	5.1	0.0035	2.2	0.046	2.2

Fuente: Mas, (inédito).

Cuadro 10.3 Comparación de valores originales y actuales referidos a la hectárea en el sitio "El Llamadero".

AÑO	No. de ARBOLES			A R E A B A S A L			V O L U M E N		
	TOT.	POD.	NO POD.	TOT.	POD.	NO POD.	TOT.	POD.	NO POD.
1977	420	160	260	18.4	8.3	10.1	203.6	89.9	113.7
1988	375	150	225	27.7	10.0	17.7	302.8	105.0	197.6
DIF.	45	10	35	9.3	1.7	7.6	99.2	15.1	84.1

Fuente: Mas, (inédito).

Podas

Al respecto Mas et al (1977), nos dicen que P. michoacana y P. oocarpa no se podan en forma natural, sino que requieren de poda artificial para la mejor conformación del fuste (ver numeral anterior).

En una plantación de 20 años de edad de Pinus michoacana y P. montezumae Vera (1981) estudió el efecto de poda a un año de su aplicación sobre el crecimiento en altura, diámetro, número de verticilos producidos y la emisión de brotes epicórmicos, los tratamientos consistieron en 10 intensidades de poda y los resultados fueron los siguientes:

- A mayor intensidad de poda, mayor número de verticilos producidos y también mayor emisión de brotes epicórmicos.
- Se sugiere dejar nueve verticilos como el mejor tratamiento, ya que fue el que produjo el mayor número de verticilos y la menor incidencia de brotes epicórmicos.
- No se detectó aún influencia de la poda en los incrementos en altura y diámetro.

10.4.2 Calidad de estación

Benavides (1987) estimó las calidades de sitio del Area Demostrativa Forestal de Tapalpa, Jalisco, este autor generó una familia de curvas polimórficas considerando una edad base de 45 años, para diferenciar tres índices de sitio para un bosque mezclado de pino-encino, pero con predominancia de Pinus michoacana var. cornuta en un 67 %, P. oocarpa con 13 %, y P. leiophylla y P. douglasiana en menores porcentajes.

Para construir las curvas de índice de sitio (Fig. 10.1) se realizaron 25 análisis troncales y para la calificación de rodales se tomó información de altura-edad de árboles dominantes en 202 sitios distribuidos sistemáticamente en toda el área demostrativa.

Para el ajuste de las curvas se probó el modelo de Schumacher descrito por Alder (1980), citado por el mismo autor.

$$\ln H = a + b (1/E^k)$$

donde:

$\ln H$ = logaritmo natural de la altura

E = edad de árboles dominantes del sitio

a, b, k = coeficientes de regresión.

Las curvas generadas comprenden desde la edad a la altura de 1.30 m hasta la altura total. La ecuación que proporcionó el mejor ajuste fue:

$$\ln H = 4.83894 - 5.56584 (1/E^{0.33})$$

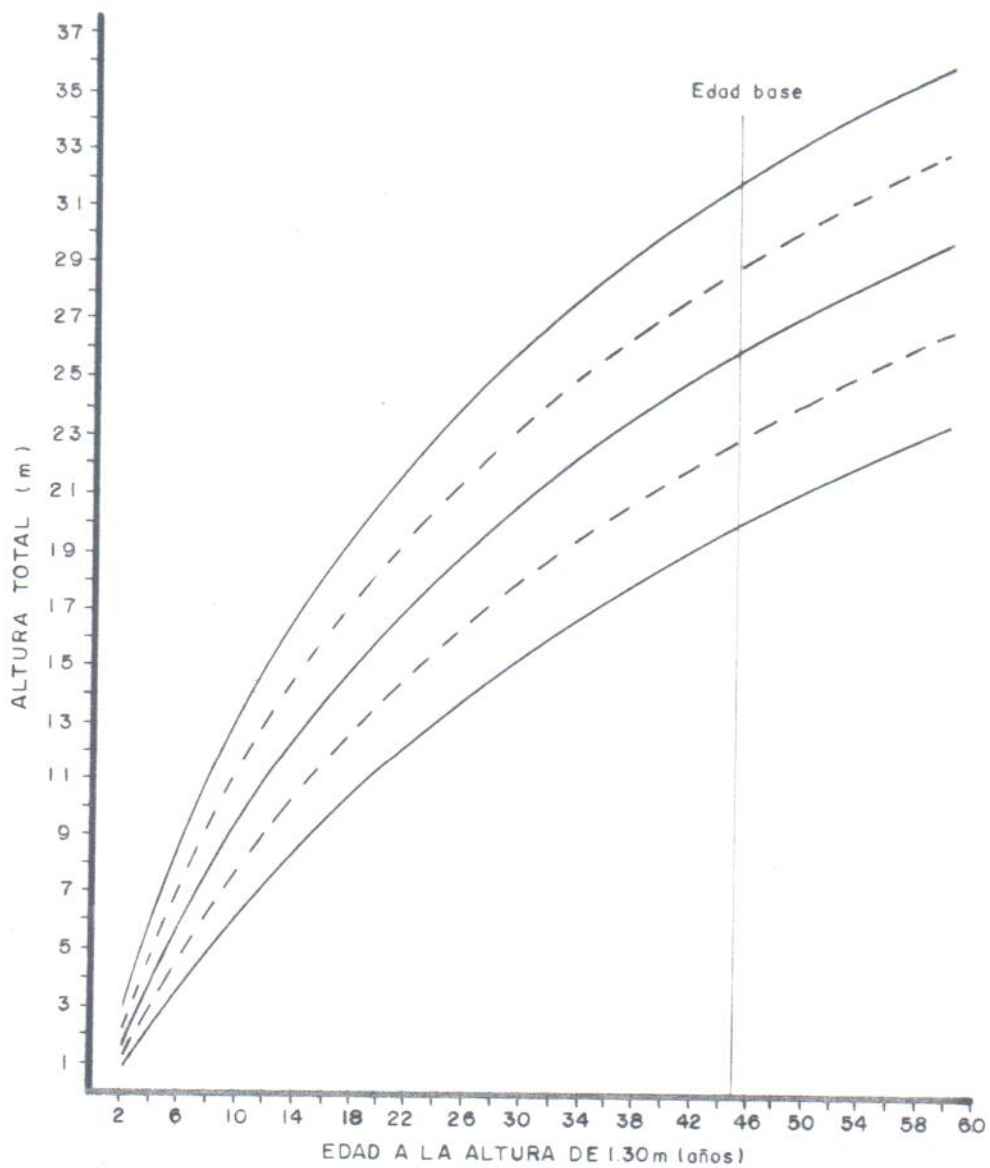


Fig. 10.1. Curvas de índice de sitio para *Pinus michoacana* var. *cornuta* Mtz. (Benavides, 1987).

La familia generada consta de tres calidades de estación comprendidas entre los índices de sitio siguientes:

Calidad	I	Excelente	IS	31.89
Calidad	II	Buena	IS	25.89
Calidad	III	Regular	IS	19.89

Para identificar la calidad de sitio en un rodal dado, se puede usar la expresión siguiente :

$$IS = \exp [a + (\ln H - a) (E / EB)^k]$$

Dónde:

IS = índice de sitio
a,k = parámetros de la ecuación
ln = logaritmo natural base e
H = altura observada
E = edad observada
EB = edad base (45 años)

10.4.3 Crecimiento y rendimiento

A través de análisis troncales de ésta especie, Mas (1978) determinó: que el ICA en altura culmina entre los 27 y 34 años, que el ICA en diámetro culmina entre los 50 y 60 años con un diámetro de explotabilidad de 40 cm., en cuanto a volúmen se considera de crecimiento lento ya que se estimó para un solo árbol que sólo alcanza 0.1 m³ a los 35 años, 1 m³ a los 65-75 años, 4 m³ a los 125-130 años, el tiempo de paso oscila entre 12 y 15 años.

Benavides (1987) generó curvas de IMA e ICA en altura en función del índice de sitio (Figs. 10.2 y 10.3 y Cuadro

10.4). Lo más sobresaliente es que para el ICA se aprecian diferentes edades de culminación. En el IS de 31.89 culmina más pronto (2 años) con un incremento de 1.71 m/año; para la curva promedio culmina a los tres años a razón de 1.71 m/año y para el IS de 19.89 culmina a los 4 años con un incremento de 0.70 m/año.

El IMA también tiene edades distintas de culminación como se puede apreciar en la Fig 10.3. Sin embargo, lo anterior debe tomarse más como un efecto del modelo utilizado que como el comportamiento real de éstos parámetros.

Benavides (1987) trató de desarrollar curvas edad-volumen y edad área-basal para encontrar una alternativa al índice de sitio empleándolas como predictoras de la calidad de sitio, pero desafortunadamente no encontró un buen ajuste del modelo empleado.

Tablas de volumen

López (1984) elaboró dos tablas de volumen para esta especie en las localidades de Tapalpa y Barranca de Cupatitzio, las ecuaciones obtenidas para tal fin fueron; respectivamente:

$$V = 1.5623 D^{1.7277} e^{0.057274(H)}$$

$$V = 0.2336 D^{2.038} H^{1.18519}$$

Dónde:

V= volumen con corteza
D= diámetro normal
H= altura total

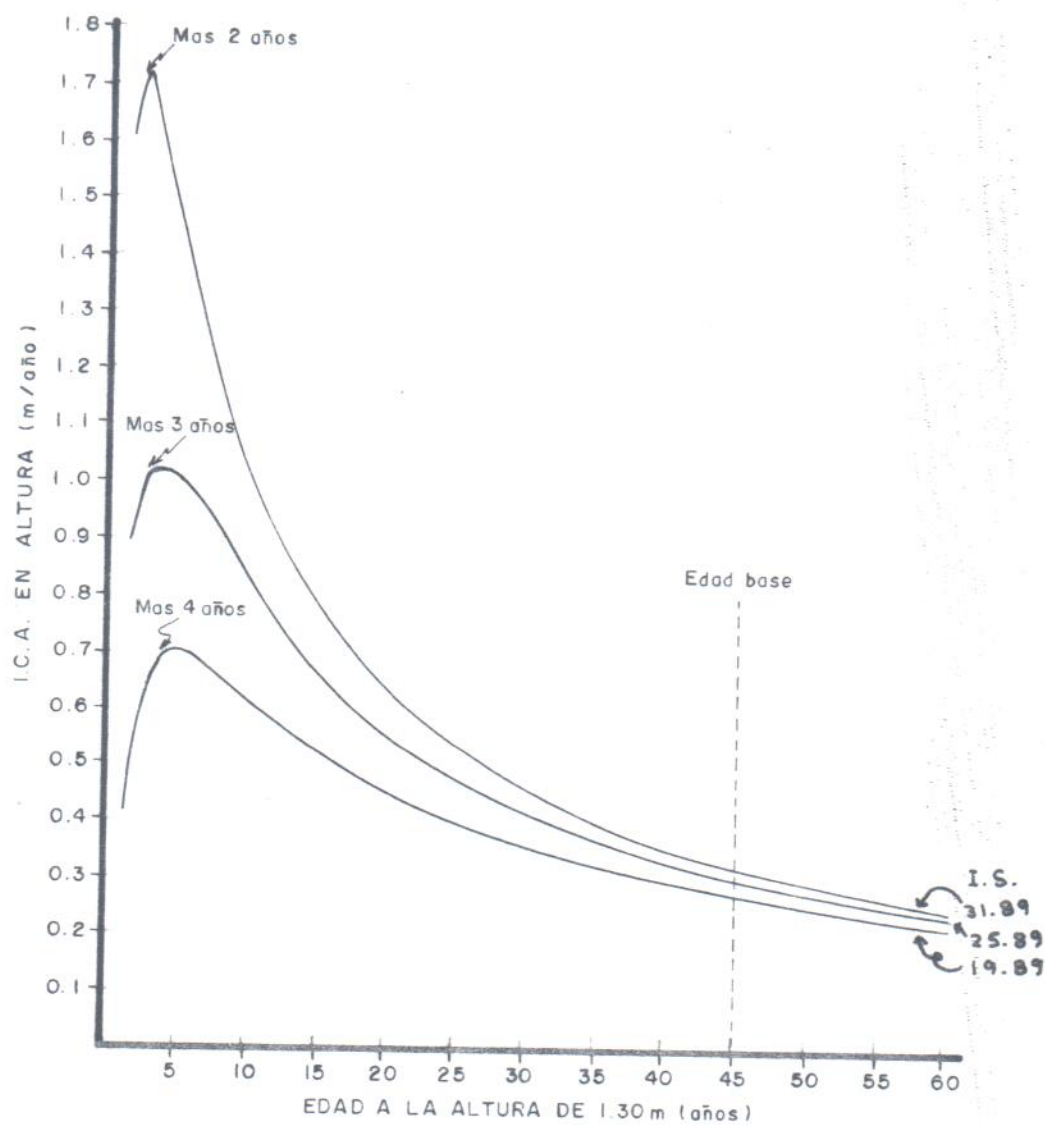


Fig. 10.2. Curvas de ICA por índice de sitio para Pinus michoacana var. cornuta Mtz. (Benavides, 1987).

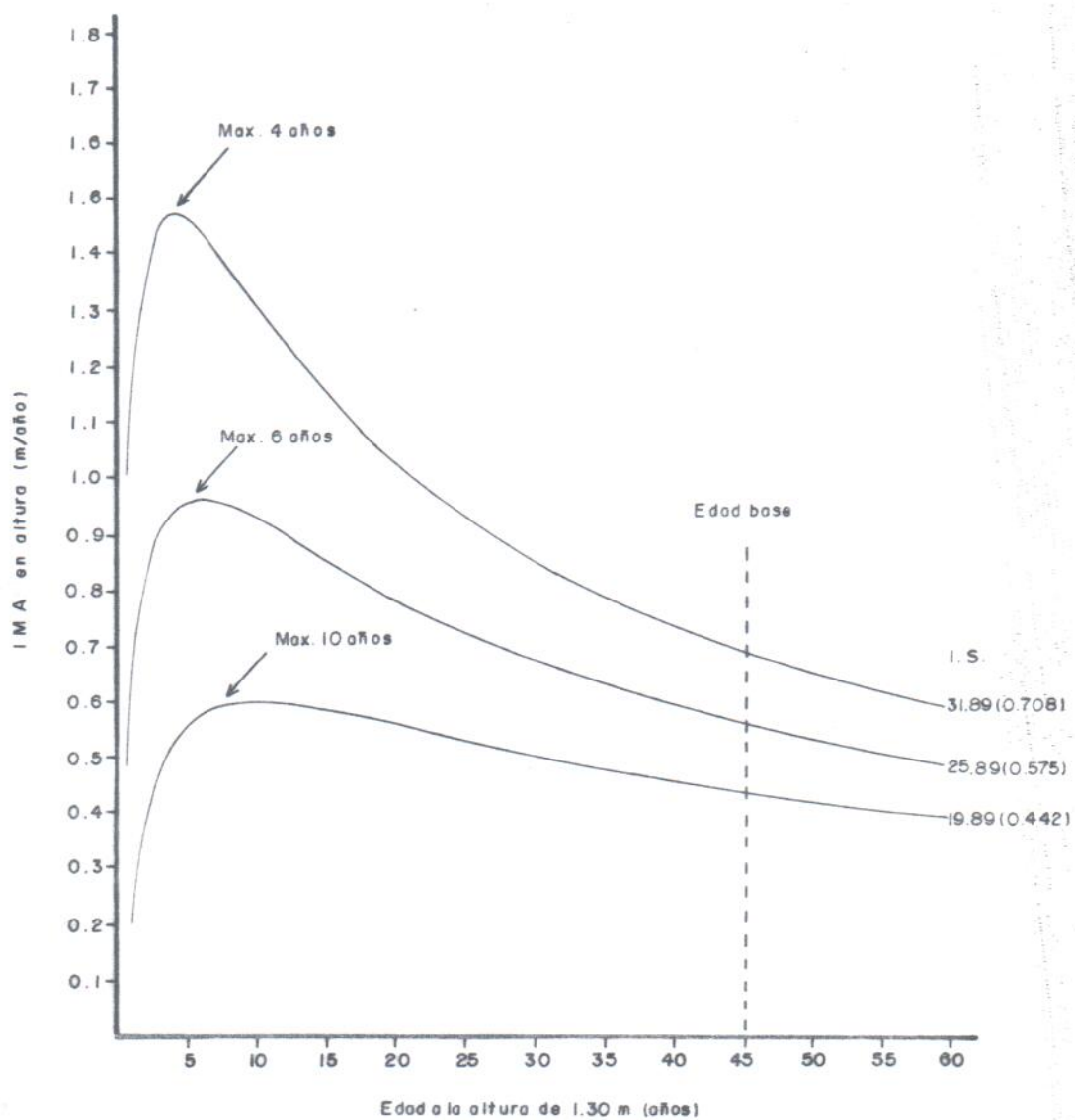


Fig. 10.3. Curvas de IMA por índice de sitio para *Pinus michocana* var. *cornuta* Mtz. (Benavides, 1987).

10.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Pinus michoacana es atacado por los insectos Dendroctonus mexicanus, D. adjunctus, D. valens, D. parallellicollis, por los hongos Cronartium conigenum y Lophodermium sp. Cibrián (1988) dice que este pino es hospedero del barrenador de brotes Eucosma sonomana y del muérdago de la especie Arceuthobium globosum grandicaule.

10.6 BIBLIOGRAFIA CITADA

- BENAVIDES SOLORIO, J. de D. 1987. Estimación de la calidad de sitio mediante índices de sitio del Pinus michoacana cornuta Martínez y Pinus oocarpa Schiede, para el A.D.F. Tapalpa, Estado de Jalisco. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales 80 p.
- CIBRIAN TOVAR, D., BERNARD, H. E., HARDY, O. Y. y MENDEZ MONTIEL, J. T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México /Cone and seed insects of the mexican conifers. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México/U.S. Department of Agriculture, Forest Service. South eastern Forest Experiment Station. 110 p.
- EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. México. 571 p.
- LOPEZ EQUIHUA, H. A. 1984. Toma de datos, elección de modelos de regresión y pruebas de residuales para elaborar tablas de volumen. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. UMSNH. Facultad de Agrobiología, Uruapan, Mich. 77 p.
- MARTINEZ, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2a. edición. Ed. Botas. México. 250 p.
- MARTINEZ, M.M. 1985. Germinación, sobrevivencia y desarrollo en diferentes épocas de siembra en semillero de seis especies de Pinus en los Altos de Chiapas. Tesis de biólogo. Fac. de Ciencias, UNAM. México.

MAS PORRAS, J., H. SANCHEZ PIMENTEL Y A ROMAN CRUZ. 1977. La Silvicultura en bosques naturales de la Unidad Industrial de Explotación Forestal Michoacana de Occidente, S. de R.L. México y sus Bosques. 16(4):5-18.

MAS PORRAS, J. S/F. Efecto de podas y aclareos en una masa de Pinus michoacana Martínez. Sitio "El Llamadero". inédito. 17 p.

PATÍÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna 10(4):20-30.

VERA CASTILLO, J.A.G. 1981. Podas en plantaciones de Pinus michoacana Mtz. y P. montezumae Lamb. en la Siberia, Chapingo, Méx., Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. 58 p.

Cuadro 10.4 Valores de I.C.A. e I.M.A. en altura, por índice de sitio del Pinus michoacana cornuta

Edad (años)	Incremento Corriente Anual			Incremento Medio Anual		
	I.S. 19.89	I.S. 25.89	I.S. 31.89	I.S. 19.89	I.S. 25.89	I.S. 31.89
	m/año					
1	0.4103	0.8878	1.6031	0.1915	0.4834	1.0049
2	0.6155	1.1020	1.7133	0.3611	0.7542	1.3500
3	0.6853	1.1190	1.6173	0.4597	0.8754	1.3500
4	0.7037	1.084	1.4960	0.5191	0.9325	1.4818
5	0.7001	1.0345	1.3816	0.5559	0.9579	1.4730
10	0.6077	0.8034	0.9826	0.6065	0.9352	1.3169
15	0.5184	0.6491	0.7606	0.5914	0.8638	1.1653
20	0.4497	0.5441	0.6205	0.5642	0.7962	1.0454
25	0.3967	0.4685	0.5240	0.5358	0.7378	0.9503
30	0.3549	0.4113	0.4533	0.5090	0.6880	0.8730
35	0.3210	0.3665	0.3992	0.4845	0.6451	0.8091
40	0.2931	0.3305	0.3565	0.4623	0.6080	0.7551
45	0.2697	0.3009	0.3219	0.4421	0.5755	0.7088
50	0.2497	0.2761	0.2933	0.4239	0.5467	0.6686
55	0.2324	0.2551	0.2692	0.4072	0.5211	0.6334
60	0.2174	0.2369	0.2487	0.3920	0.4982	0.6022
65	0.2042	0.2211	0.2310	0.3781	0.4775	0.5743
70	0.1925	0.2073	0.2156	0.3652	0.4587	0.5492
75	0.1821	0.1950	0.2020	0.3534	0.4415	0.5265
80	0.1727	0.1841	0.1900	0.3423	0.4257	0.5058

Fuente: Benavides (1987).

Pinus cembroides Zuc.

11.1. INTRODUCCION

Se le conoce como pino piñonero, es un árbol de hasta 15m de altura y 30 cm de diámetro; con copa redonda o piramidal, ramaje corto y ralo que comienza a poca altura de la base y dispuesto en forma irregular en el tallo; la corteza es cenicienta y delgada; el número dominante de ascículas por fascículo es de tres y miden hasta siete cm de longitud, los conos con pedúnculos cortos, generalmente globosos alcanzan hasta seis cm de largo, de color ocre pálido o rojizo anaranjado; las semillas son comestibles, no tienen ala y miden unos 10 mm de largo.

Es una especie endémica de las zonas semiáridas de América del Norte, se distribuye desde Arizona y Nuevo México en E.U.A. hasta los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz en México (Eguiluz, 1977). Mirov (1967) menciona que también se le encuentra en los extremos Norte y Sur de Baja California.

P . cembroides es más común en exposiciones Sur y Oeste; Robert (1973) reporta un rango de distribución altitudinal de 1 700 a 2 700 m snm.

Bailey y Hawksworth (1979) reportan tres categorías in-

fraespecíficas que son:

Pinus cembroides subsp orizabensis, Bailey

P. cembroides subsp cembroides, Bailey.

P. cembroides var. lagunae, Robert.

11.2 MARCO ECOLOGICO

Este pino se encuentra adaptado a condiciones limitados de humedad, alta luminosidad, suelos pobres o erosionados y variaciones extremas de temperatura. El límite altitudinal varía de 1700 a 2500 msnm al Norte del Trópico de Cáncer y hasta 2 700 msnm al Sur del mismo (Robert, 1973).

11.2.1. Clima

Se distribuye en varios tipos de clima aunque la mayoría restringidos a una franja entre el desierto y las zonas templadas subhúmedas, principalmente son el seco templado y el templado con época seca larga (Miranda y Hernández X, 1963). En su área de distribución Robert (1973) encontró temperaturas máximas entre 12.7 y 19.5°C con más de 20 horas de heladas por año y precipitación entre 250 y 600 mm y con seis o siete meses de sequía.

11.2.2 Suelo

La especie prospera en suelos que van de medianamente ácidos a básicos; generalmente rendzinas líticas, litosoles eutricos (Robert, 1977) y phaeosem haplico (Her-

nández, 1984). Egúiluz (1978) dice que la especie es típica de suelos pobres, pedregosos o calizos, grisáceos o negros, delgados en lomerios y aluviales en los valles de buen drenaje y con preferencia de suelos neutros a alcalinos.

11.2.3. Especies asociadas

En el estrato arbóreo es posible encontrar masas puras de Pinus cembroides o bien mezclado con especies de Juniperus o de Quercus; también se mezcla con Pinus chihuahuana y P. engelmanni (Robert, 1977). En el estrato arbustivo, Rzedowski (1961) reporta especies de los géneros: Agave, Arbutus, Eysenhardtia, Mimosa, Nolina, Pithecellobium y Salvia. En el estrato herbáceo se asociaron los géneros: Aristida, Bouteloua, Cyperus, Muhlenbergia, Oxalis, Stipa y otras de menor importancia.

Ferrara y Saenz (1987) estudiaron el grado de asociación simbiótica entre P. cembroides y Pisolithus tinctorius y encontraron que la respuesta al inóculo es solamente en dosis altas de 100 cc utilizando la vermiculita como sustrato.

11.3. SUCESION

Little (1962) considera que las comunidades de esta especie en altitudes bajas son disclimax que se mantienen por acción del fuego. Robert (1977) dice que en los estados de Chihuahua y Durango en años secos se presenta mortalidad de

P. engelmanni con regeneración de P. cembroides, mientras que en años de mayor precipitación se observa lo contrario. Rzedowski (1961) señala que el piñonero de las montañas aledañas a la ciudad de San Luis Potosí es una formación climax y que en áreas muy deterioradas como en Chihuahua es sustituido por Juniperus spp.

Cetina, García y Keyes (1985), encontraron muy baja germinación de semillas en condiciones de luz plena, por lo que sugieren que ésta especie no puede ser pionera.

11.4 REGENERACION NATURAL

11.4.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La edad reproductiva se inicia entre los 10 y los 20 años y a la edad de 75 años producen cantidades comerciales de piñon (Robert, 1979; Botkin y Shires, 1948). Patiño Valera (1973) encontró que la floración es de marzo a abril; los conos maduran 32 meses después, entre noviembre y diciembre, desprendiéndose rápidamente.

Los conos femeninos de P. cembroides se incian en las yemas de invierno de mediados de septiembre y finales de octubre del año X, emergen de la yema desde mediados de abril hasta principios de Junio del año X+1, meses en los cuales ocurre la polinización. Los conillos polinizados cierran sus

escamas y crecen hasta julio o mediados de agosto del año X+1; quedan en reposo hasta el mes de abril o mayo del año X+2; en estos meses ocurre la fertilización y entonces los conillos sufren un segundo crecimiento hasta la madurez de las semillas, lo que ocurre entre agosto y septiembre del año X+2. Los conos masculinos se inician en las yemas de invierno (octubre-noviembre) pueden emerger y liberar su polen de abril hasta junio, cuatro o cinco semanas después se secan y caen.

Zavala et al .(1987) estudiaron la primera etapa de desarrollo de los conos femeninos de ésta especie, observaron que la fecha de iniciación de los primordios de conos fué de mediados de Septiembre a finales de octubre en 1985 y un mes después en 1986 (debido probablemente a ascensos de temperatura), está especie de piñonero produce brotes anuales bicíclicos, uno de primavera y otro en verano, ambos brotes se inician en abril y alcanzan su mayor tasa de crecimiento en mayo y cesan de elongarse en julio; el brote de primavera alcanza el 90 % y el de verano el 10 % de la longitud total del brote anual.

Los primordios de cono inician brácteas y escamas ovulíferas después de concluido el invierno, también mostraron evidencia de actividad en dicha estación lo que indica que prácticamente no tienen reposo.

Producción de conos y semillas

La producción de conos y semillas es muy variable dependiendo principalmente de condiciones climáticas (Botkin y Shires, 1948), la producción de piñon por árbol ha sido estimada en un rango de 0.05 kg hasta 2.2 kg ; considerando la superficie, la producción estimada varía de 32 a 300 kg/ha (García y Avila, y Hamilton, 1965).

Forcella (1978) reporta coeficientes de variación hasta de 112 en un período de 10 años, lo cual implica una gran irregularidad de producción en el tiempo, tal irregularidad pudiera ser una ventaja selectiva ya que se mantiene a una baja población de depredadores y repentinamente en años favorables produce una gran cantidad de semilla que alcanza a abastecer a los depredadores y se asegura una cantidad para la regeneración. La producción de conos disminuye hasta en un 60 % después de la polinización y es atribuida a factores fisiológicos.

Forcella (1981) mencionado por Garcia et al. (1987), encontró que las temperaturas máximas de finales de verano (dos años antes de la maduración del cono) tienen una relación exponencial negativa con la producción de cono.

García y Gomez (1987) recomiendan el empleo de las técnicas de Forcella (1981), mencionado por los mismos autores, para estimar la producción de conos en pinos piñoneros, la cual consiste en: delimitar en cada rodal una parcela de 600 m²,

en donde se seleccionan de cinco a 10 árboles representativos de la parcela; se cortan de cinco a 10 ramas principales por árbol a las cuales se les cuentan las cicatrices de absición dejadas por los conos de los ocho años anteriores, los conos del año de estudio, los conos de segundo año y los conillos de un año.

En el estudio de García y Gómez (1987) se observa que los promedios de los ocho años anteriores fueron de 0.142 conos/m², la producción del año corriente de 0.133 conos /m² y la estimación para el año siguiente de 0.153 conos /m².

Plagas de conos y semillas

Los piñoneros mantienen una gran diversidad de insectos, Conophthorus cembroides es la principal plaga de sus conos, destruye hasta un 62 % de la cosecha ; los adultos perforan la base del cono y las larvas hacen galerías internas. Leptoglossus occidentalis reduce hasta en un 30 % la cosecha , ya que sus ninfas provocan el aborto de conillos y junto con los adultos se alimentan de los conos y aún de semillas. Contarinia sp puede destruir del 2 al 27 % del total de conos por árbol; a nivel de rodales causa la muerte al 5 % de la cosecha. Las larvas de Eucosma bobana barrenan el interior de conos de segundo año consumiendo escamas y semillas. Las larvas de Dioryctria pinicolella barrenan a través de las escamas, semillas y ejes de los conos, fre-

cuentemente infestan tumores producidos por Cronartium; causa una mortalidad entre 5 y 10 % de la cosecha de conos. Dio-ryctria albovittella es otra plaga de piñoneros de menor importancia.

Flores y Díaz (1985) elaboraron una tabla de vida de conillos y conos de la especie, determinando los factores de mortalidad. En el Cuadro 11.1. se pueden apreciar tres tipos de factores: biológicos, fisiológicos y climáticos. Los biológicos representaron el 57.38 %, los fisiológicos el 38.86 % y el 0.93 % restante se le atribuyó a otros factores no identificados.

Entre los factores biológicos sobresale los daños por Coprophorus cembroides al ocasionar la muerte del 41.35 % de conillos. Los factores fisiológicos se refieren a la caída de conos y conillos sin daño aparente, que fue el 38.86 %; esto se atribuyó a falta de Zn en el suelo, pero Cibrián et al. (1986), opinan que Leptoglossus occidentalis provoca la caída prematura de conillos sin dejar rastro aparente. Estos autores encontraron que estos insectos respetan entre sí sus nichos y sus épocas de ataque, por lo que sus poblaciones alcanzan sus niveles naturales. En estas condiciones no se considera rentable el trabajo de coleccionar piñón para su comercialización.

Estos últimos autores infieren que la producción cíclica

Cuadro 11.1 Tasa de mortalidad para factores específicos de conos de Pinus cembroides en el Ejido "El Cedrito". Saltillo, Coah. 1984.

Factor de mortalidad	Total de conos observados	Número de conos muertos	Tasa de mortalidad en %
I FACTORES BIOLOGICOS			
<u>Conophthorus cembroides</u>		1862	41.35
<u>Leptoglossus occidentalis</u>		434	9.64
<u>Phyllophaga</u>		97	2.15
<u>Eucosma</u>		95	2.11
<u>Cecidomya</u>		88	1.95
Pájaros y roedores		8	0.18
		-----	-----
Sub-total		2584	57.38
II FACTORES FISIOLÓGICOS			
caída de conillos			
de 1-4 meses		1587	37.24
de 5-7 meses		16	0.35
de 11-12 meses		12	0.27
de 13-16 meses		135	3.0
		-----	-----
Sub-total		1750	38.86
III OTROS FACTORES			
(Climáticos y no identificados)		42	0.93
		-----	-----
TOTAL	4 503	4376	97.17

Fuente: Flores y Díaz, (1985).

de piñon obedece más bien a cambios en la población de los insectos que a un comportamiento de alternancia natural del piñonero.

Flores y Díaz (1975), aplicaron 14 tratamientos para el control de los carpófagos que atacan esta especie de pino, principalmente Conophthorus cembroides, Dioryctria sp y Leptoglossus occidentalis. Los tratamientos más efectivos

para producir conos sanos fueron: La aplicación de Gusation 1000 L y Lorsban 400 L incluyendo ambos la apertura de cajete; éste último con el fin de retener humedad que contribuya al fortalecimiento de arbolado. Las mayores producciones de cono por unidad experimental (3 árboles) fueron de 759 a 1278. Todos los tratamientos indujeron mayor presencia de renuevos después de dos años, hasta un promedio de 650/ha, pero resultan insuficientes debido al pastoreo, a la corta de conos y al efecto de roedores. El número de semillas por unidad experimental fué de 9 082 y de 6 862 para los dos mejores tratamientos, de las cuales aproximadamente el 50 % resultaron viables.

Cibrián y Méndez (1985), proponen una serie de actividades secuenciadas para manejar plagas de manera que permitan la producción de piñon de una manera rentable, dichas actividades son las siguientes:

a) Selección de áreas de cuatro a 10 ha las cuales deben tener las siguientes características :

- árboles jóvenes entre 10 y 40 años
- terreno plano o de escasa pendiente
- caminos de acceso
- fuentes de agua cercana

b) Proteger las áreas contra el sobrepastoreo

c) Construcción de microcuencas

d) Labores silvícolas para preparar las áreas para la

producción de semilla tales como:

- aclareo, eliminando árboles de otras especies o de la misma pero de edad avanzada, de copa suprimida o de fuerte competencia con otro árbol, se recomienda alcanzar un rodal residual de 100 a 150 árboles por ha.
- Poda en la parte terminal, debido a que se deben preferir árboles de copa baja para facilitar las labores de cosecha y de control de plagas.
- Evaluar la cosecha potencial de conos por árbol, considerando que 3 kg/árbol es buena, de 2 a 3 kg/árbol es regular y menos de 2 kg/árbol es mala.
- Evaluar la densidad de las plagas a través de un muestreo secuencial y conocer su tendencia en un año determinado.
- Si la tendencia de las plagas es a incrementar, entonces se sugiere la aplicación de insecticidas con el Malation que se puede emplear con agua o bien con aplicaciones manuales de ultra bajo volumen.

Dispersión y depredación

La apertura de las escamas del cono femenino y la consecuente diseminación ocurren desde finales de octubre hasta mediados de diciembre, la caída de los mismos acontece en diciembre y

enero, unos 27 o 28 meses después de su formación inicial.
(Zavala et al. 1987).

Al madurar los conos la semilla cae por gravedad quedando en el radio de sombra de la copa del árbol, ya que su semilla carece de ala y su peso oscila entre 0.35 y 0.70 gr (Eguiluz, 1978).

Los roedores y aves son los principales depredadores de esta semilla; Laner (1981) indica que el piñonero y el pájaro azul (Gymnorhinus cyanachophalus) han establecido una relación estrecha en la que el pino provee el fruto y el pájaro es un dispersor de sus semillas.

Germinación

Cetina, García y Keyes (1985) probaron microhabitats con diferentes intensidades de luz y diferentes sustratos; encontraron que a plena luz (100 %) se obtuvo la más baja germinación y que en las restantes intensidades (25, 50 y 75 %) no hubo diferencia significativa en la germinación de semilla de P. cembroides Zucc. en ninguno de los tres tipos de mantillo probados (pino, pino-encino y encino); en cuanto al mantillo concluyen que no tiene una influencia directa en la germinación, sino indirecta al influir en la capacidad de retención de humedad.

En condiciones de vivero, Chávez (1988) encontró

mejores resultados en la emergencia cuando se trató la semilla de P. cembroides con lijado apical, 24 horas de remojo y periodicidad de riego cada cinco días; y cuando se utilizó como sustrato una mezcla de 50 % de arena de mina y 50 % de tierra de monte.

11.5. DESARROLLO DE RODALES

11.5.1. Control de la Densidad

Cetina et al .(1985) encontraron que las masas juveniles de esta especie responden a la disminuci3n de $\rho + 5X$ la competencia sobre todo en incremento en altura hasta los 40 a1os, pero a medida que el 1rbol es m1s maduro, su respuesta es menor a aperturas del dosel. Sin embargo, el incremento en vol3men no es esencial en este caso, sino el incremento en la producci3n de semilla; estos autores plantean la hip3tesis de que a partir de los 40 a1os los 1rboles canalizan la energ1a para aumentar su capacidad reproductiva en lugar de incrementar en di1metro. Hern1ndez y Garc1a (1985), reportan una densidad m1xima de hasta 500 1rboles /ha.

11.5.2. Crecimiento y rendimiento

El crecimiento en di1metro y altura de 1sta especie es un tanto err1tico aunque se observa una ligera tendencia a ser sigmoideal (Figs. 11.1 y 11.2). Cetina, Garc1a y Keyes (1985) analizaron virutas de incremento y realizaron an1lisis

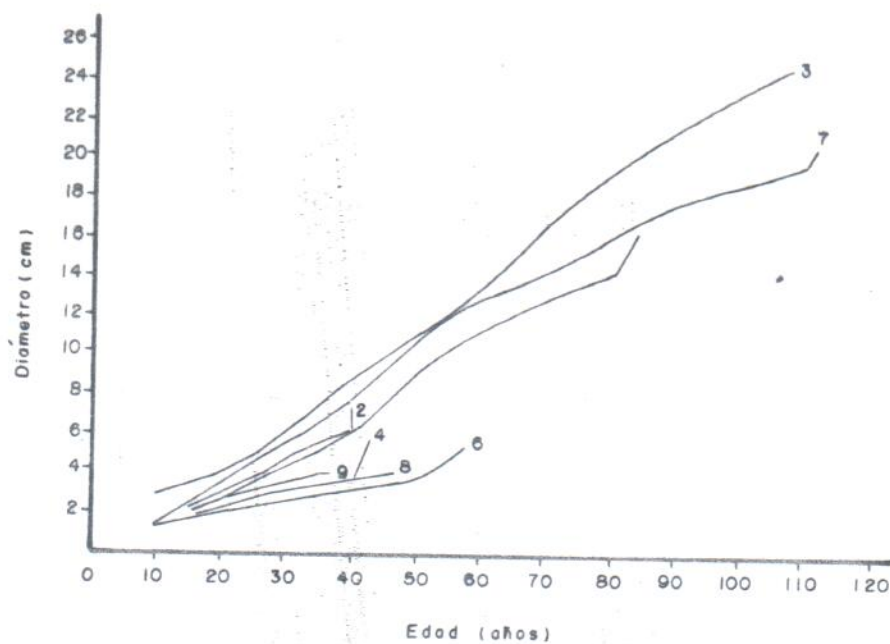


Fig. 11.1. Crecimiento en diámetro de diez árboles de Pinus cembroides Zucc (Cetina, García y Keyes, 1985).

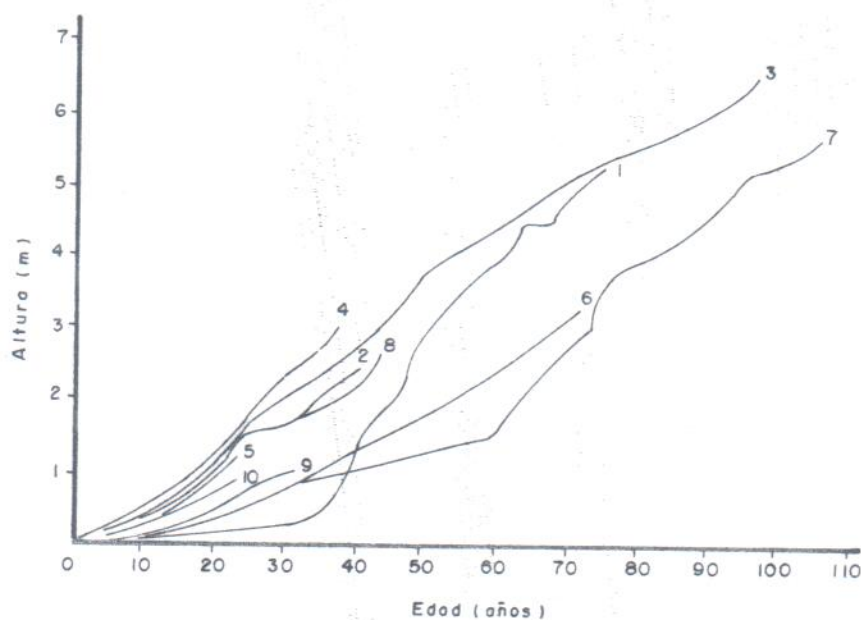


Fig. 11.2. Crecimiento an altura de diez árboles de Pinus cem-
broides Zucc. (Cetina, García y Keyes, 1985).

troncales y obtuvieron una distribución ajustada (Fig. 11.3) de la relación diámetro (Y) y edad (X) dada por la expresión:

$$Y = 4.07 + 0.19 X \text{ (correlación} = 0.52\text{)}.$$

En el estado de Coahuila se encontraron bosques altos y abiertos de P. cembroides de una altura de 15 a 16 m con una edad media de 250 años, aunque por lo general de estos bosques no sobrepasan los 5 m de altura (Passini, 1985).

Little (1987), estableció parcelas de experimentación y midió el incremento después de 47 años y encontró que fué de solamente 2.5 cm por año en altura y de 2 mm de diámetro.

11.5.3. Otros estudios de producción

A partir de un análisis destructivo de nueve árboles López y Keyes (1987) desarrollaron modelos de regresión preliminares para estimar la biomasa foliar de un año, el peso total de ramas y el peso de fustes de árboles de P. cembroides, relacionando estas variables con el diámetro con corteza a 30 cm del suelo.

Las ecuaciones de regresión seleccionadas son de la forma $\ln Y = a + b \ln X + E$. El mejor modelo resultó ser el que relaciona el diámetro del fuste con el peso seco del mismo:

$$LBF = 3.311 + 2.373 LDF \quad (r_2=0.99)$$

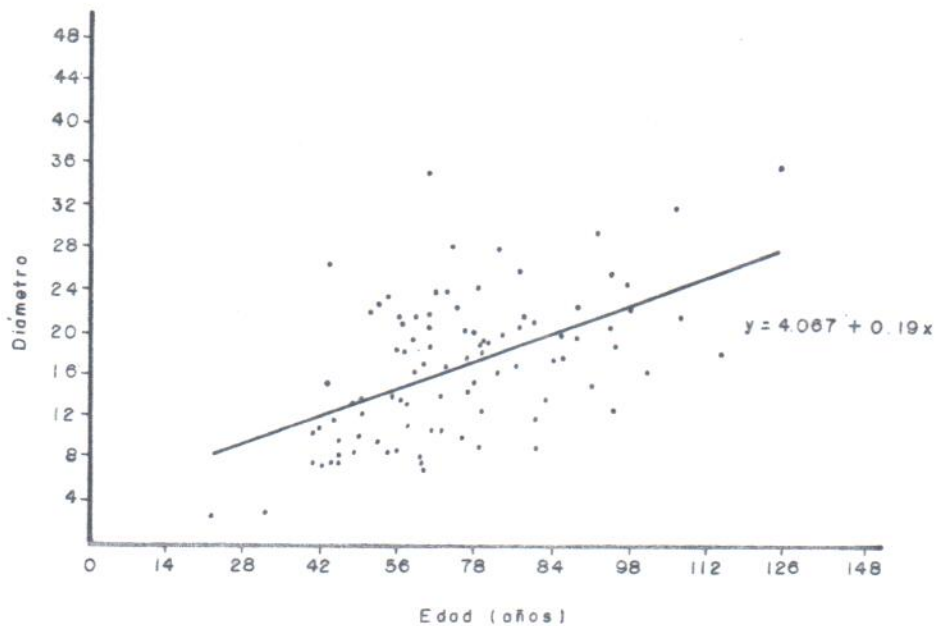


Fig. 11.3. Relación diámetro-edad en árboles de *Pinus cembroides* Zucc muestrados con taladro de Preesler en la Amapola, S.L.P. (Cetina, García y Keyes, 1985).

Dónde:

LBF= logaritmo de la biomasa del fuste

LDF= logaritmo del diámetro del fuste

11.6 . PLAGAS Y ENFERMEDADES

Betina arizonensis es un Tortricidae cuyas larvas barren los brotes y semillas, los túneles se practican entre el floema y el xilema, dejando intacto el duramen; sobre la parte afectada se observa vesícula de resina de color rojo. Las ramas atacadas mueren en su parte distal, notándose la decoloración de ramillas durante los meses de abril, mayo y junio, la muerte de las ramillas origina la pérdida de conos de la parte distal, en Hidalgo y Nuevo León se han observado infestaciones severas. Las larvas de Basyneura sp. (Diptero) viven en el interior de agallas, que inducen en la base de los fascículos; en el centro de la agalla se forma una cámara en donde pueden estar de una a tres larvas; las hojas mueren prematuramente.

Ips hoppingi es un escolítido cuyos adultos construyen galerías en el floema de árboles debilitados, aunque bajo condiciones de sequía pueden infestar y matar árboles aparentemente sanos; las galerías son iniciadas por un macho, que construye una cámara nupcial de la cual parten dos o tres galerías construídas por hembras, las larvas hacen sus propias galerías en el floema, este insecto alcanza cierta importancia en condiciones de sequía. Dendroctonus valens es

otro escolítido cuyo ataque se concentra en la base del tronco realizado por unos cuantos adultos, hacen galerías anchas dirigidas hacia la raíz del hospedero; la oviposición se realiza en masa, las larvas expanden la galería sin hacer galerías individuales; su ataque generalmente se asocia a otras especies más agresivas de Dendroctonus o de Ips.

11.7. MANEJO DE AREAS PIÑONERAS

Debido a sus escasas existencias maderables (menor de 1 m³/árbol), Mastache y Olayo (1985) sugieren que su manejo principal debe ser como productor de piñón: la selección y propagación de los mejores árboles productores de semilla, estimación de la floración y fructificación, la detección y el combate de plagas y enfermedades y el uso de podas.

Más específicamente Martínez et al (1985), sugieren las siguientes actividades:

- a) Selección y ubicación de áreas semilleras de recolección (no menores de 16 ha), que se delimiten y cerquen para evitar la entrada de ganado.
- b) Hacer una selección de árboles semilleros con las siguientes características: vigorosos, porte bajo, copa abundante, ramas extendidas y buenos productores de semilla; ésta última característica se determina por el conteo de conillos producto de la polinización

que se presenta a fines de Abril y principios de Mayo
(Cardonal, Hgo.)

- c) Combate de plagas, principalmente de *Conophthorus cembroides* a través de control mecánico al coleccionar y quemar conos infestados y además la aplicación de Malatión 50% CE en dos ocasiones al año.

Little (1962), opina que los bosques de piñoneros deben manejarse para uso múltiple, incluyendo la producción de semilla, leña, postes, madera para minas, tablas, árboles de navidad, pastura, agua, control de erosión, fauna silvestre y recreación.

11.8 LITERATURA CITADA

- AVILA NARANJO, J.A., E.GARCIA MOYA y M.V. LARQUE SAAVEDRA. 1985. Caracterización de los piñoneros (*Pinus* spp) de las serranías meridionales del estado de San Luis Potosí, México. Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares Nuevo León. México. pp. 160-173.
- BAILEY, D.K. y F.G. HAWKSWORTH. 1979. Pinyons of the Chihuahuan Desert Región. *Phytología* 44(3):129-133.
- BOTKIN, C.W. y L.B. SCHIRES. 1948. The composition and value of piñon nuts. New México Agricultural and Experiment Station Bulletin No. 344:3-14.
- CETINA ALCALA, V.M. 1984. Estudio sobre germinación del *Pinus cembroides* Zucc. en condiciones naturales. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 123 p.
- CETINA ALCALA, V.M., E. GARCIA MOYA y R. KEYES M. 1985. Estudio sobre germinación del *Pinus cembroides* Zucc.

en condiciones simuladas. Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. México. pp. 83-87.

- CETINA ALCALA, V.M., E. GARCIA M. Y R. KEYES M. 1985. Análisis estructural de un bosque de Pinus cembroides Zucc. en la Amapola, San Luis Potosí. Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares Nuevo León. México. pp. 100-109.
- CIBRIAN TOVAR, D., BERNARD, H. E., HARRY, O. Y. Y MENDEZ MONTIEL, J. T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the mexican conifers. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México/ U.S. Departament of Agriculture, Forest Service. South Eastern Forest Experiment Station. 110 p.
- CHAVEZ OLIVAS. P. 1988. Estudio de algunos factores de manejo en vivero que influyen en la emergencia de plántulas de Pinus cembroides Zucc. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques, Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo. Méx., 76 p.
- EGUILUZ PIEDRA, T. 1977. Los pinos del mundo. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques Pub. Esp. No. 1.
- _____ 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 571 p.
- FLORES FLORES, R. y D.E. DIAZ E. 1985. Tabla de vida y factores de mortalidad para conos y semillas de Pinus cembroides Zucc. Mecanografiado inédito. 25 p.
- FORCELLA, F. 1978. Irregularity of pinyon cone production and its relation to pinyon cone moth predation. Madroño 25:170-172.
- HAMILTON, A. 1965. A matter of a piñon. American Forest 71(5):60-61.
- LANER, R.M. 1981. The piñon-pine. A natural and cultural history. University of Nevada Press, Reno, Nevada. 208 p.

- LITTLE, E.L."1962. Seminario y viaje de estudios de coníferas latino americanas. Inst. Nac. de Invest. Forest. Pub. Esp. No. 1. México, D.F.
- MARTINEZ, RAMIREZ, S.; I.R. FLORES ARELLANO y D. CIBRIAN TOVAR, 1985. Evaluación del daño y plan de manejo de las principales plagas de conos y semillas del piñon en el estado de Hidalgo. Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. México. pp. 215-222.
- MIRANDA, F. y E. HERNANDEZ X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificaci'n. Bol. Soc. Bot. Méx., 28:29-178.
- MIROV, N.T. 1967. The genus Pinus. Ronald Press, New York. 540 p.
- PASSINI, M. F. 1985. Algunas consideraciones acerca de los pinos piñoneros de México. En: Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N. L. México. pp. 130-136
- PATIÑO VALERA, F. 1975. Producción de semillas Forestales. Bosques y Fauna 12:4-45.
- ROBERT, M.F. 1977. Notas sobre el estudio ecológico y fitogeográfico de los bosques de Pinus cembroides Zucc. en México. Ciencia Forestal 2(10):49-58.
- RZEDOWSKI, J. 1961. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 228 p.
- ZAVALA CHAVEZ, F.; E. GARCIA MOYA y M. ENGLEMAN, 1987. Estudio de la primera etapa de desarrollo de conos femeninos de Pinus cembroides, bajo condiciones naturales del Sur de Coahuila. En: Segundo Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Saltillo, Coahuila. pp. 139-150.

Pinus oocarpa Schide

12.1 INTRODUCCION

Pinus oocarpa Schide pertenece al grupo oocarpa que además comprende cuatro variedades: microphylla, manzanoi, trifoliata y ochoterenai. Este grupo abarca pinos de conos simétricos, ovoides, con escamas de color ocre o rojizo, pedúnculo débil, largo y delgado.

Se distribuye en México, Guatemala, El Salvador, Honduras Británica, Nicaragua y Honduras.

En nuestro país se le encuentra entre 900 y 2400 m snm en las Sierras Madres Occidental, Oriental y del Sur, Eje Neovolcánico y Serranías Chiapanecas. Es una especie productora de resina, es también ornamental y sus conos son utilizados en artículos artesanales (Eguiluz, 1978).

12.2 MARCO ECOLOGICO

12.2.1 Clima

Se encuentra en climas subtropicales, a veces penetra al tropical en la costa del Pacífico; con precipitación variable desde 650 a 2600 mm anuales, siendo más común entre 1100 y 1500 mm, repartidos de mayo a octubre, el invierno es seco,

la temperatura media anual es de 19 °C con extremas máximas cercanas a 45 °C y mínimas de 0 °C, escasa variación térmica anual, los inviernos son frescos, pero no fríos, con helados muy esporádicas (Eguiluz, 1978).

12.2.2 Suelo

A ésta especie se le encuentra en suelos delgados de 0.5 a 1.5 m de profundidad, de textura arenosa a migajón arenosa, a veces areno-arcillosos, café rojizos, grisáceos u oscuros; de buen drenaje, con pH ligeramente ácidos y con una capa de 10 a 15 cm de materia orgánica dependiendo de la posición del sitio, en ladera o valle, también se le encuentra en suelos pobres y en proceso de erosión (Eguiluz, 1978).

12.2.3 Especies asociadas

Forma masas puras de varias decenas de kilómetros cuadrados, en lomerios, laderas y cañadas que quedan frente al Oceano Pacífico. Se asocia con P. leiophylla, P. lawsonii, P. pringlei, P. michoacana var. cornuta, P. montezumae, P. strobilus chiapensis, P. tenuifolia; también se asocia con Liquidambar styraciflua y numerosas especies de Quercus ssp.

En vertientes inferiores a 2000 m snm el P. oocarpa y el P. michoacana forman bosques bajos y espaciados en donde también aparecen P. lawsonii, P. herrerae, P. pringlei y P.

leiophylla. En el estrato inferior se encuentran principalmente pastos que en época de sequía propician incendios a los que P. oocarpa parece ser tolerante (Eguiluz, 1978).

12.3 SUCESION

Su tolerancia al fuego ha hecho suponer a diversos autores que es una especie de fase seral que posteriormente dará lugar a un bosque de Quercus (Langdon, 1971; Munro 1966, Hudson y Salazar, 1981).

12.4 REGENERACION NATURAL

12.4.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La polinización ocurre de acuerdo a Patiño (1973) de enero a febrero. Después de la polinización, el conillo que tenía de 10 a 12 mm se elonga alcanzando de 15 a 20 mm, cambiando de color verde claro a café; este evento se termina dos meses después de la polinización, permaneciendo el conillo sin cambio cerca de 12 meses hasta que ocurre la fertilización del óvulo, tiempo en que vuelve a crecer el conillo durante un período de tres meses.

Entre la floración y la maduración del cono, transcurre un tiempo de 15 a 18 meses. En las poblaciones ubicadas a altitudes menores la floración es más temprana, mientras que

a mayores altitudes es más tardía (Sánchez, 1986).

Producción de conos y semillas

No hay estudios sobre producción, solo Patiño (1973) nos dice que un Kg contiene en promedio 43 641 semillas y que ésta es pequeña, de unos 7mm de largo con un ala de 10 a 15 mm. Para la var. ochoterenai promedió 86 505 semillas/kg.

Plagas de conos y semillas

Esta especie de pino es atacada en sus conos por el coleoptero Conotrachelus neomexicanus, con infestaciones severas. También lo atacan Pityophthorus Schewerdtfergeri, Resseliella sp., Dioryctria cibriani, Dioryctria majorella en conos y ramas atacados por Cronartium conigenum y Dioryctria pinicolella, esta última produce una mortandad de 5 a 10 % en la cosecha de conos. (Cibrián et al., 1986).

Dispersión y Germinación

La apertura de conos ocurre de diciembre a febrero y la dispersión se da de febrero a marzo (Patiño, 1973), éste mismo autor obtuvo en condiciones de laboratorio un 87 % de germinación para la forma típica y un 91 % para la var. ochoterenai.

Sobrevivencia

El fuego favorece a P. oocarpa debido a sus adaptaciones para soportar condiciones drásticas de temperatura, estas adaptaciones son: la alta serotinidad de sus conos y su capacidad de emitir brotes laterales a lo largo del tallo, hasta que el individuo alcanza un tamaño adecuado para sobrevivir aunque se le haya cortado la yema apical.

Al respecto Landgon (1971) afirma que esta especie y Pinus caribaea son especialmente tolerantes al fuego, sobreviviendo con pérdidas de hasta el 90 % del follaje, si no se dañan la yema terminal ni el cambium; Hudson y Salazar (1981) indican que un rodal de esta especie puede soportar una primera quema prescrita entre los 5 y los 12 años de edad y que el ciclo de quema para reducir combustibles varía de 2 a 4 años.

12.4.2 Preparación del sitio

Zendejas (1971) probó el efecto del fuego en conos y semillas de esta especie y concluye que el precalentado de conos a 50 °C permite la apertura sin disminuir el potencial germinativo y que una quema controlada en sotobosque de esta especie facilita y acelera la regeneración.

Hudson y Salazar (1981) realizaron quemas controladas en bosques de Pinus oocarpa y encino en Honduras para favorecer

al pino obteniendo resultados favorables bajo las siguientes condiciones: Epoca del año: de noviembre a febrero, de 3 a 5 días después de una precipitación de alrededor de 10 mm, temperatura menor de 25°C, humedad relativa entre 40 y 60% velocidad de viento menor de 15 Km/h, contenido de humedad de combustibles livianos entre 10 y 25%, estabilidad atmosférica y realizando la quema en retroceso y/o por fajas.

12.5 DESARROLLO DE RODALES

12.5.1 Calidad de estación

Benavides (1987) generó una familia de curvas polimórficas, probando el modelo de Shumacher (descrito por Alder 1980 citado por el mismo autor), para calificar la calidad de estación de rodales en los que el Pinus oocarpa estaba presente en un 13 % y superado por el P. michoacana var. cornuta que se presentaba en un 67 %.

Para construir las curvas de índice de sitio se partió de la información proporcionada por seis análisis troncales de la especie de interés. La metodología seguida es la misma que se describe para el caso de la calidad de estación del Pinus michoacana.

La ecuación que proporcionó el mejor ajuste fué :

$$\ln H = 5.91294 - 6.28096 (1/E^{0.19})$$

Donde:

$\ln H$ = logaritmo natural de la altura
E = edad de árboles dominantes del sitio

La curva superior tuvo una altura de 21.06 m a la edad base de 45 años, la intermedia de 17.66 m y la inferior de 14.06 m. (Fig. 12.1).

12.5.3 Crecimiento y rendimiento

Mas (1970) a través de análisis troncales determinó que el ICA en altura de ésta especie en calidad de estación pobre, culmina entre los 30 y 35 años, que a los 50 años alcanza apenas 18 m que es el 55 % de su altura total. El ICA en diámetro culmina entre 50 y 60 años y que entre los 80 y 96 años alcanza los 40 cm de diámetro normal. El volumen de 0.1 m^3 lo alcanza entre 40 y 45 años, 1 m^3 a los 75 años y 4 m^3 entre 125 y 130 años.

Benavides (1987) generó curvas de ICA e IMA en altura (figs 12.2 y 12.3) en donde se puede observar que: el ICA presenta diferencias pequeñas en cuanto a edades de culminación; siendo de 0.7 años para el IS de 21.06 e incremento en altura de 1.14 m/año; el IS DE 17.56 culmina a 1 año y su incremento de 0.825 m/año; el IS de 14.06 presenta su culminación a los dos años con un incremento de 0.564 m/año. Como las diferencias en edades de culminación no tuvieron significancia estadística, las curvas se consideran de una sola calidad.

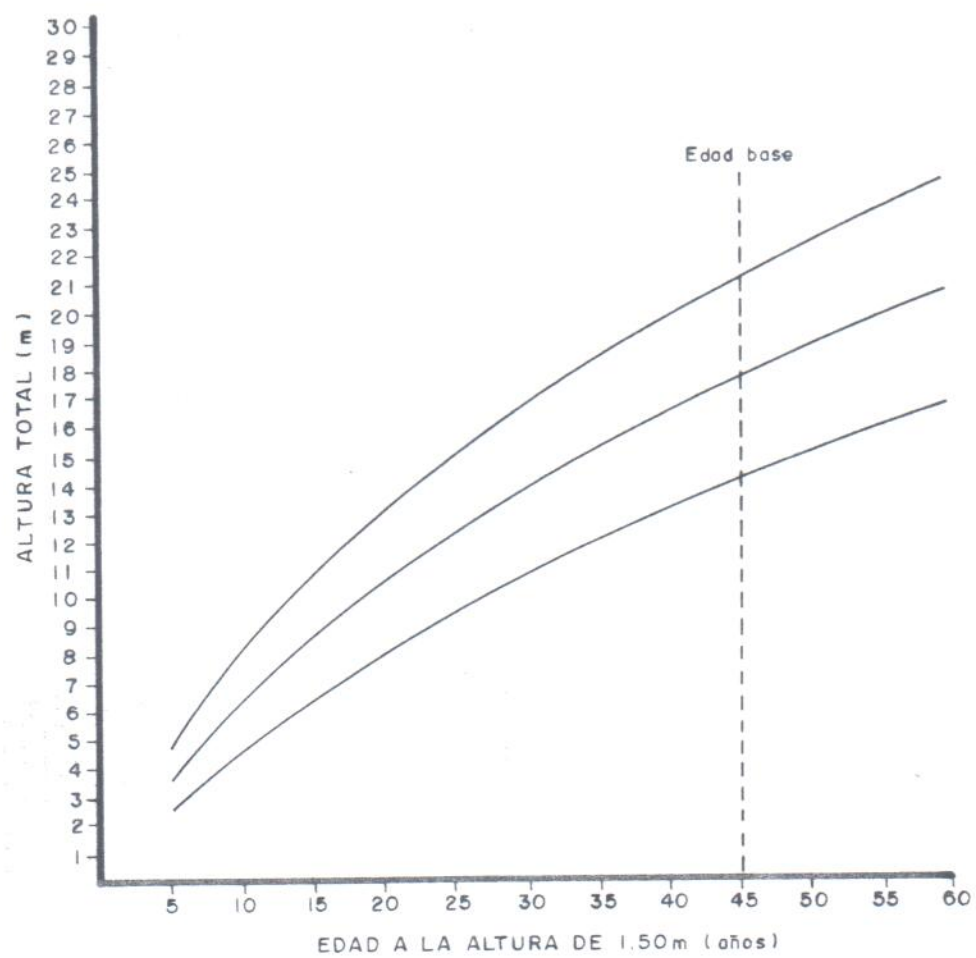


Fig. 12.1. Curvas de índice de sitio para *Pinus oocarpa* Schiede (Benavides, 1987).

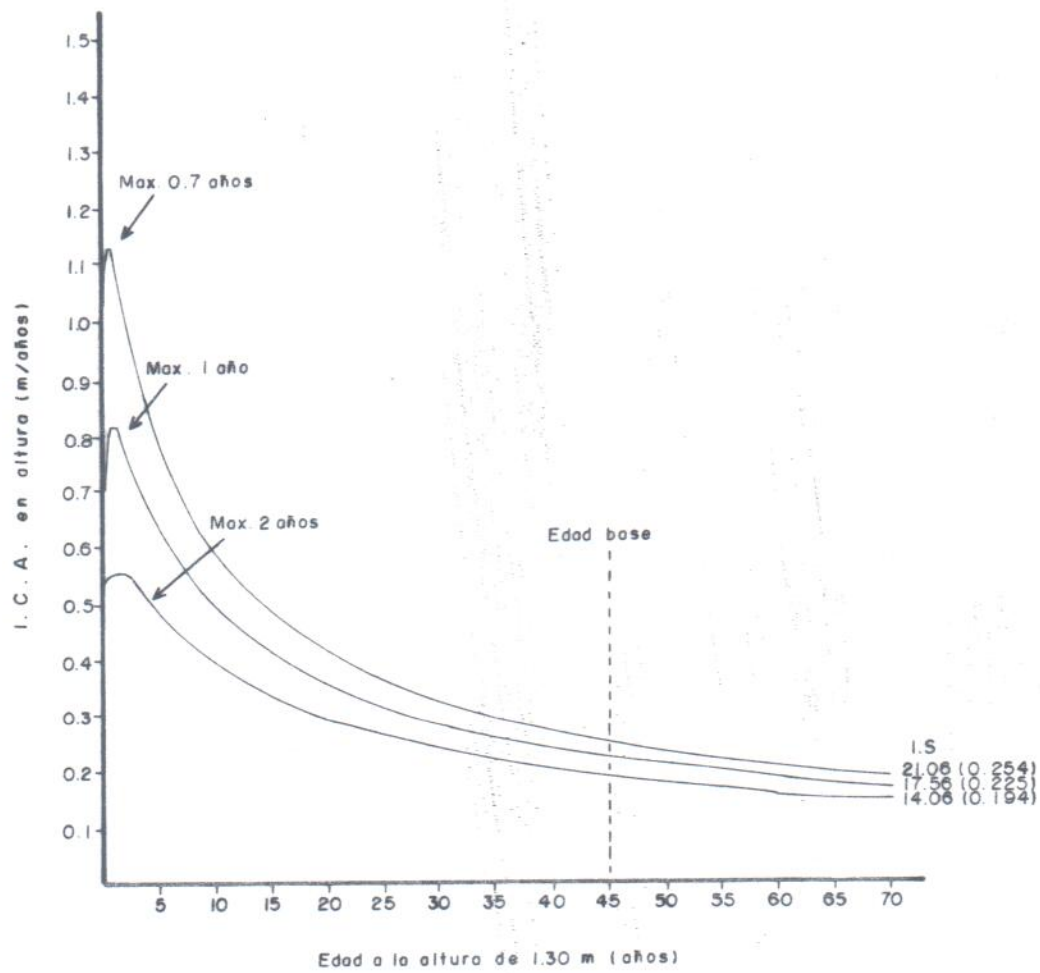


Fig. 12.2. Curvas de ICA por índice de sitio para Pinus oocarpa Shiede (Benavides, 1987).

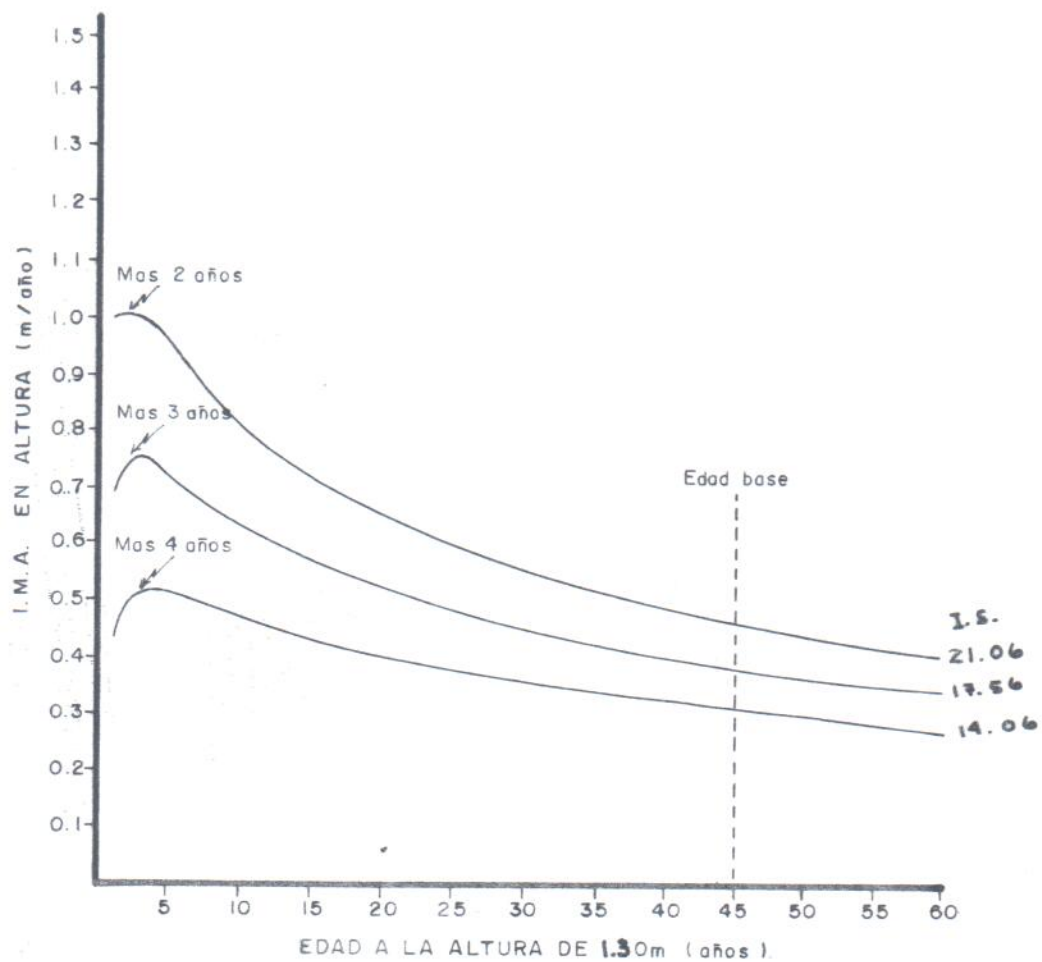


Fig. 12.3. Curvas de IMA por índice de sitio para *Pinus oocarpa* Shiede (Benavides, 1987).

Para el IMA se aprecian un poco más las diferencias en edades de culminación ya que el IS de 21.06 culminó a los 2 años con un incremento de 1.04 m/año; el IS de 17.56 culminó a los 3 años con un incremento de 0.753 m/año; el IS de 14.06 presentó una culminación a los 4 años con un incremento de 0.521 m/año.

Nota: Este comportamiento debe tomarse más como un efecto del modelo utilizado que como el comportamiento real de éstos parámetros.

12.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

P. oocarpa es atacado por el barrenador de yemas Rhyacionia frustana y el barrenador Dendroctonus mexicanus (Cibrián, 1988).

12.7 BIBLIOGRAFIA CITADA

BENAVIDES SOLORIO, J. de D. 1987. Estimación de la calidad de sitio mediante índices de sitio del Pinus michoacana cornuta Mtz. y Pinus oocarpa Schiede, para el A.D.F. Tapalpa, Edo. de Jalisco. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. 80 p.

CIBRIAN TOVAR, D., BERNARD, H. E., HARDY, O. Y. y MÉNDEZ MONTIEL, J. T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and Seed insects of the mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, SARH, México. United States Department of Agriculture, Forest Service. Southeastern Forest Experiment Station. Asheville, Nort Carolina. 109 p.

CIBRAN TOVAR, D. 1988. Comunicación personal.

EGUIRREZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos del género Pinus en México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques.

HUDSON, J. y M. SALAZAR. 1981. Las quemadas prescritas en los bosques de Honduras. Pub. miscelanea 1. ESNACIFOR. Tegucigalpa, Honduras. 58 p.

LANGDON, O.G. 1971. Effects of prescribed burning on timber species in the Southeastern coastal plain. In: Proc. Prescribed Burning Symposium, Charleston, North Carolina. U.S.D.A. Forest. Exp. Sta., Asheville, North Carolina.

MAS PARRAS, J. 1970. Características de crecimiento de seis especies mexicanas de pino con gran futuro para reforestaciones artificiales. In: Memoria de la Primera Reunión de Plantaciones Forestales. SARH. DGICF. Pub. Esp. 13 México, D. F. 27-72.

MAS PARRAS, J. 1983. El sitio experimental "La Nieve". Catorce años después de su tratamiento silvícola. INIF. Bol. téc. 95, 60 p.

MUNRO, N. 1966. The fire ecology of caribbean Pine in Nicaragua. In: Proc. 5 th tall timbers fire ecology Conference. Ed. E.V. Komarek Tallahassee. Tall timber's Sta. pp. 67-83.

PATINO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. 10(4):20-30.

SANCHEZ ALPIZAR, V. 1986. Variación geográfica de poblaciones naturales de Pinus oocarpa Schiede en Chiapas. Tesis en Biología. Univ. Nal. Aut. de Méx. México, D.F.

ZENDEJAS ELIZONDO, J.A. 1971. Efecto de las altas temperaturas originadas por el fuego en los conos y semillas de Pinus montezumae y Pinus oocarpa. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 63 p.

CAPITULO 13

Pinus herrerae Martínez

13.1 INTRODUCCION

Martínez (1948) ubica a esta especie en el grupo Teocote, el árbol mide de 20 a 30 m de altura, tronco recto y follaje denso, hojas en grupos de tres, de 11 a 19 cm de longitud, delgadas, suaves y flexibles de color verde-claro, conos ovoides de 2 a 3 cm, solitarios o en pares, pronto caedizos y con pedúnculo. Se distribuye a lo largo de la Sierra Madre Occidental entre 1800 y 2500 m. snm; es una especie resinera, su madera es de textura fina y moderadamente dura se usa para aserrío, cajas de empaque, pulpa y papel y en construcciones; por sus fustes rectos y limpios se recomienda para postes, es una especie de rápido crecimiento (Eguiluz, 1978).

13.2 MARCO ECOLOGICO

13.2.1 Clima

Su área de distribución comprende climas subtropical y templado humedo con precipitaciones de 500 a 1300 mm anuales, temperatura media anual de 15 °C y extremas de 42°C y -10°C, registrando de 3 a 5 heladas anuales.

13.2.2 Suelo

Suelos de buen drenaje, profundos de 2 a 4 m, en valles o de 30 a 60 cm de profundidad en lomeríos, ligeramente ácidos o neutros, de textura migajón areno-limosa o arcillo-arenosa.

13.2.3 Especies asociadas

Forma masas puras, pero es más frecuente verlo asociado en el sur del país con P. tenuifolia, P. pseudostrobus, P. pringlei, P. lawsonii, P. montezumae, P. michoacana, P. oocarpa, P. douglasiana; aunque en la parte noroeste lo hace con P. durangensis, P. teocote, P. cooperi y P. ayacahuite var. brachyptera (Eguiluz, 1978).

13.3 REGENERACION NATURAL

13.3.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La época de floración es de marzo-abril, los conos se abren en el Invierno a partir de diciembre (Patiño, 1973).

Producción de conos y semillas

La semilla es alada y en un Kg se encuentran 124 322 semillas en promedio (Patiño, 1973), este mismo autor obtuvo un 70 % de germinación en condiciones de laboratorio.

13.3.2 Cortas de regeneración

En 1960 se estableció el sitio experimental "La Nieve" en una masa irregular virgen en lo que hoy es la UAF 10 del estado de Michoacán, el objetivo de este trabajo fue conocer los efectos de cuatro intensidades de corta de regeneración en el establecimiento de la regeneración y en el incremento.

La especie predominante fue P. herrerae Mtz. con una frecuencia de 88.5 %, además se encontraban presentes P. michoacana cornuta, P. oocarpa manzanoi, Quercus candicans, Q. crassifolia, Q. peduncularis y Q. scytophylla, además de arbustos de los géneros Arbutus, Alnus, Baccharis y Castilleja.

Los tratamientos fueron: (intensidad de corta entre paréntesis) a) Matarraza (100 %), b) Arboles Padres (69 %), c) Selección (54 %), d) Cortas Sucesivas (35 %) y e) Testigo (0 %).

Mas (1983) reporta que se efectuaron remediciones en los años 1965, 1969 y 1974; y que a los 14 años después de su establecimiento se realizó un análisis de resultados, de donde se obtuvieron las conclusiones siguientes:

1. La intensidad de corta del 69% (Arboles Padres) presentó la mayor cantidad de renuevo, 5 años después de la corta se hallaron 2148 brinzalez/ha. De esto se deduce que las especies de pino presentes son intolerantes pero requieren

cierta protección de árboles adultos en las primera etapas del desarrollo de los brinzales.

2. El renuevo de Pinus herrerae que es la especie más abundante en la masa, no se establece inmediatamente después de la corta, sino que requiere de un período que puede variar de 5 a 10 años, de acuerdo a las condiciones de espesura y periodicidad de años semilleros.
3. El tratamiento que permitió la mayor incorporación fue el de Matarraza a un ritmo de 11.1 árbolitos/ha/año, en 1974 un total de 482 árbolitos/ha se habían incorporado a la categoría de 7.5 a 12.5 cm de diámetro.
4. En relación al incremento anual en volumen, el mejor tratamiento fue la intensidad de corta del 35 % (Cortas Sucesivas), lo cual es comprensible puesto que el volumen dejado en pie fue de 210 m³/ha. No obstante el mejor incremento en por ciento se presentó en la intensidad de corta del 54 % (Selección) debido a una mejor sanidad de la masa y al efecto propio de la corta.
5. La mayor mortandad se presentó en el testigo, donde alcanzó un promedio de 2.56 m³/ha/año para los 14 años del experimento, esto equivale a perder un volumen igual al 39 % del incremento en volumen.
6. La mortandad en por ciento fue mayor en el Arboles Padres debido a la caída de varios árboles por causa del viento.

7. La producción anual neta en volumen (incorporación + incremento) fue mejor en el tratamiento de Cortas Sucesivas con un valor de $9.05 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.
8. La producción anual neta en por ciento fue mayor en el Matarraza con un valor de 14.3% debido a la contribución de los volúmenes incorporados.

Consideraciones generales

- a) En este trabajo no se evaluó el efecto de la presencia de encino que en 1974 llegó a tener hasta $22 \text{ m}^2/\text{ha}$ de área basal.
- b) Los tratamientos aplicados no pueden considerarse como métodos silvícolas, (con excepción del Matarraza) sino más bien como diversas intensidades de corta de arbolado maduro.
- c) Los resultados fueron afectados por la variabilidad de las existencias originales lo que dificultó su interpretación (Cuadro 13.1).

El autor de este trabajo experimental hace varias recomendaciones según los objetivos de manejo:

- Para obtener un buen rendimiento en volumen, en árboles grandes para aserrío y triplay y una regeneración aceptable, propone la aplicación del método de Cortas

Cuadro 13.1 Resumen de los tratamientos aplicados en el S.P.E.S. "La Nieve" en el año 1960.

Tratamiento silvícola	I.C. %	Masa original No. Arbs.	m3	Arbolado No. Arbs.	cortado m3	Masa en pie No. Arbs.	m3
MATARRASA	100	250	337.1	250	337.1	0	0
ARBOLES PADRES	69	208	332.2	137	229.6	71	102.6
SELECCION	54	282	320.0	93	171.7	190	148.3
CORTAS SUCESIVAS	35	274	323.2	58	113.5	216	209.7
TESTIGO	0	190	285.1	0	0.0	190	285.1

Fuente: Mas (1983).

Sucesivas en fajas o rodales, dejando después de la corta de semillación de 150-250 m³/ha según la mezcla de especies, la calidad de estación, el turno y el período de regeneración.

-Para lograr abundante regeneración sin importar mucho la producción en la corta de liberación, propone el método de Arboles Padres en fajas o rodales dejando de 20 a 50 árboles semilleros /ha.

-Para acelerar la regularización de las masas hacia un manejo coetáneo, obtener un flujo grande de incorporación y asegurar el abastecimiento de material celulósico, propone aplicar el método de Matarraza en fajas o rodales en superficies de alrededor de 1.5 ha.

-Para un manejo de masas incoetáneas, protección al suelo, regeneración continua, disminución de daños por

incendios y "pastoreo, recomienda el método de Selección en Grupos cortando conjuntos de 4-10 árboles maduros o en círculos de 15 a 30 m de diámetro, espaciados según la intensidad de corta y densidad residual.

-Para posteriores experimentos es conveniente considerar el área basal y el volumen residual como criterios para diferenciar tratamientos.

Mas y Pahuá (1988) reportan que en 1976 y en 1987 hubo nuevas intervenciones en las parcelas experimentales del sitio "La Nieve", buscando una verdadera aplicación de los métodos de tratamiento, sobre todo el de Árboles Padres y Cortas Sucesivas, además de los aclareos a varias parcelas que habían sido tratadas con Matarraza.

En 1976 se dió un segundo corte de regeneración a las parcelas que habían sido tratadas con Árboles Padres, Selección y Cortas Sucesivas, se aplicaron cortas de regeneración a varias parcelas testigo y se aplicaron aclareos a otras que habían sido tratadas con Matarraza.

En 1987 se aplicaron Cortas de Liberación y Árboles Padres de Reserva como tercera intervención a varias parcelas en proceso de regeneración. Se volvieron a aplicar aclareos en diverso grado a parcelas de Matarraza original y a parcelas que habían sido tratadas con Cortas de Liberación en 1976.

En 1976 los tratamientos fueron aplicados considerando el criterio de número de árboles y área basal residuales por ha procurando guardar consistencia en los espaciamientos, además se eliminó una gran proporción del arbolado de encino para favorecer al pino. En las cortas de ese año se aplicó el verdadero método de Arboles Padres en 7 parcelas dejando de 21 a 46 árboles semilleros por ha, con un área basal de 6.05-9.54 m²/ha y el método de Cortas Sucesivas en ocho parcelas dejando de 47-84 árboles semilleros por ha con un área basal de 8.63 -12.94 m²/ha.

Para el análisis de la información se siguió simplemente una secuencia de la evolución de la masa en cuanto a número de árboles y volumen del arbolado dejando en pie.

Los resultados sobresalientes se presentan a continuación:

-Después de las intervenciones de 1976 el método de Cortas Sucesivas superó en renuevo en un 23% al verdadero Arboles Padres (Cuadro 13.2) probablemente debido a la mayor densidad residual que dió protección al suelo en cuanto a humedad, lo que permitió mayor germinación y sobrevivencia. (El máximo valor de regeneración se registró en 1983 en una parcela de Cortas Sucesivas con un valor de 3580 brinzales por ha, en donde se habían dejado 18 árboles semilleros por ha en 1976).

Cuadro 13.2 Comparación de la cantidad de renuevo de pino encontrado en 1983, con la masa residual principal de 1976, (sitio "La Nieve").

ARBOLES PADRES				CORTAS SUCESIVAS			
UNID.EXP. No.	No. ARBS. POR ha.	A.B. M ² /ha.	RENUEVO POR ha.	UNID.EXP. No.	No. ARBS. POR ha.	A.B. M ² /ha.	RENUEVO POR ha.
9	32	6.15	840	1	52	8.63	1120
13	21	6.05	580	3	70	8.96	1520
15	42	8.32	1780	6	84	12.59	780
18	46	9.54	2740	7	68	12.93	1700
19	21	7.12	400	11	67	8.94	1220
24	28	7.04	1100	14	47	12.85	1520
25	36	5.90	1228	17	48	12.94	820
				23	48	11.46	3580
PROMEDIO	32	7.16	12.46	PROMEDIO	60	11.16	1532
RELACION	-	100%		RELACION	-	-	123%

Fuente: Mas y Pahua (1988).

-En el período de 23 años analizado, el tratamiento que produjo mas incorporación a categorías diamétricas mayores de 7.5 cm de DAP fue el de Matarraza, alcanzando un valor máximo de 250 m³/ha en ese período, lo que arroja un promedio anual de 10.9 m³/ha.

-El mayor flujo de incorporación para todos los tratamientos se presentó entre los 9 y 14 años después del primer tratamiento, en tanto que el mayor desarrollo en volumen de la misma incorporación se presentó de los

14 a los 23 años, sobre todo en las parcelas de Matarraza que se aclararon en 1976. (Este autor destaca que el volumen de incorporación fue bueno con solo una regeneración de 1000-1800 brinzalez/ha en las parcelas a Matarraza, mientras que en el de Arboles Padres se necesitaron de 1400-4100 brinzalez/ha).

-En relación al volumen de incorporación se observó que el método de Cortas Sucesivas produjo un 67 % menos volumenue el verdadero Arboles Padres, lo que reafirma el "temperamento intolerante" de esta especie de pino (Cuadro 13.3).

-El incremento corriente anual en volumen, considerando únicamente el período 1976-1983, fue favorecido por el método de Cortas Sucesivas con un 54 % mayor que el de Arboles Padres (Cuadro 13.4).

-Considerando el período 1976-1983 la mortalidad corriente anual (MCA) fue en promedio 72 % mayor en Cortas Sucesivas que en Arboles Padres (Cuadro 13.5).

-En general se observó un mayor volumen de mortandad entre los cinco y nueve años después de las primeras intervenciones y durante los siete años posteriores a las intervenciones de 1976.

-En cuanto a producción corriente anual neta (PCAN)

el método de Árboles Padres superó en 12 % al de Cortas Sucesivas, esto debido a la contribución de la incorporación en el primer método (Cuadro 13.6).

-En cuanto a producción total bruta (incorporación + incremento + mortandad + volumen de corta) la mejor parcela fue una de Matarraza rindiendo $699.7 \text{ m}^3/\text{ha}$ durante los 23 años del experimento, de este volumen cerca del 30 % lo formó la incorporación, lo que da idea de la importancia de lograr no solo que se presente la regeneración, sino que además logre incorporarse a las categorías inventariables.

-Finalmente el autor realizó una serie de correlaciones entre variables dasométricas y epidométricas, resultando que el renuevo se relaciona estrechamente con el volumen de corta en las primeras etapas del desarrollo de la masa, que entre los 9 y los 14 años el incremento guarda estrecha relación con la densidad residual expresada en número de árboles dejados en pie, y que también en este período la producción neta se correlaciona con el incremento, ésto último permite inferir que después de las cortas de regeneración la producción neta la constituye en un principio el incremento, pero a medida que el renuevo se incorpora, este llega a rebasar al incremento de la masa residual.

Cuadro 13.3. Comparación de la incorporación corriente anual de pino(INCA) lograda en período 1976-83, con la masa residual principal de pino dejada en 1976, (sitio "La Nieve).

ARBOLES PADRES			
U.E.	No.ARBS.	A B	INCA
No.	POR ha.	M ² /ha	M ³ /ha.
9	32	6.15	5.63
13	21	6.05	13.20
15	42	8.32	3.39
18	46	9.54	4.26
19	21	7.122	11.53
24	28	7.04	3.69
25	36	5.90	1.52
PROMEDIO RELACION	32 -	7.16 -	7.17 - 100%
CORTAS SUCESIVAS			
1	52	8.63	2.26
3	70	8.96	2.06
6	84	12.59	0.61
7	68	12.93	1.20
11	67	8.94	3.21
14	47	12.85	0.91
17	48	12.94	5.39
23	48	11.46	0.56
PROMEDIO RELACION	60 -	11.16 -	2.02 33%

Fuente: Mas y Pahuá (1988).

Cuadro 13.4 Comparación del incremento corriente anual de pino con la masa principal de pino dejada en 1976, (sitio "La Nieve").

UNID. EXP.	ARBOLES No. ARBS.	PADRES AB	ICA
No.	POR ha	M ² /ha	M ³ /ha
9	32	6.15	2.13
13	21	6.05	1.67
15	42	8.32	8.37
18	46	9.54	5.90
19	21	7.12	4.87
24	28	7.04	4.80
25	36	5.90	4.96
PROMEDIO RELACION	32 -	7.16 100%	4.67 100%
CORTAS SUCESIVAS			
1	52	8.63	6.37
3	70	8.96	5.61
6	84	12.59	8.00
7	68	12.93	6.27
11	67	8.94	10.37
14	47	12.85	4.66
17	48	12.94	10.38
23	48	11.46	5.83
PROMEDIO RELACION	60 -	11.16 -	7.18 154%

Fuente: Mas y Pahuá (1988).

Cuadro 13.5 Comparación de la mortandad corriente anual de pino correspondiente al período 1976-1983 con el volumen de corta de pino en 1976, (sitio, "La Nieve").

ARBOLES PADRES		
UNID. EXP No.	VOL. DE CORTA m ³ /ha	M.C.A. m ³ /ha
9	45.2	1.17
13	72.3	1.37
15	111.0	0.24
18	134.9	1.61
19	57.4	0.00
24	133.8	0.21
25	78.1	0.43
PROMEDIO RELACION	90.4 -	0.72 100%
CORTAS SUCESIVAS		
1	78.7	0.34
3	104.9	1.67
6	119.1	1.37
7	225.4	1.77
11	129.9	1.63
14	252.9	1.43
17	142.2	0.38
23	124.9	1.38
PROMEDIO RELACION	151.2 -	1.24 172%

Fuente: Mas y Pahuá (1988).

Cuadro 13.6 Comparación de la producción corriente anual neta de pino obtenida en el período 1976-1983, con la masa residual principal de pino dejada en 1976. (sitio "La Nieve").

ARBOLES		PADRES	
UNID.EXP.	No. ARBS.	AB	PCAN
No.	POR HA.	M ² /HA.	M ³ /HA
9	32	6.15	7.76
13	21	6.05	11.93
15	42	8.321	11.76
18	46	9.54	10.16
19	21	7.12	16.51
24	28	7.04	8.49
25	36	5.90	6.48
PROMEDIO	32	7.16	10.44
RELACION	-	-	100%
CORTAS SUCESIVAS			
1	52	8.63	8.39
3	70	8.96	7.67
6	84	12.59	8.61
7	68	12.93	7.47
11	67	8.94	13.58
14	47	12.85	5.57
17	48	12.94	15.76
23	48	11.46	6.39
PROMEDIO	60	11.16	9.18
RELACION	-	-	88%

Fuente: Mas y Pahuá (1988).

13.4 DESARROLLO DE RODALES

13.4.1 Tratamientos intermedios

En 1961 fue establecido un experimento de aclareos en una masa coetánea de 18 años de Pinus herrerae y P. douglasiana, con predominancia del primero, éste trabajo fue realizado en los bosques de la UAF No. 10 en el Estado de Michoacán por Mendoza, Leal y Robles (1967) mencionados por Mas y Pádua (1988). Los sitios fueron llamados "Robleros y Chiqueritos" siendo los tratamientos originales cortas de aclareo con espaciamientos de 3, 5 y 7 m, además del testigo. La superficie del sitio fue de 0.48 ha formada por 12 unidades experimentales de 400 m² cada una.

Este experimento se analizó cinco años después, resultando que no hubo diferencias significativas entre los diversos tratamientos en incremento en por ciento ni en mortalidad, aún cuando el ICA en el espaciamiento de 7 m fue mayor en un 60 % que el testigo, un 49 % que el espaciamiento de 3 m y un 15% que el espaciamiento de 5 m.

Posteriormente los autores sometieron los resultados a un análisis de correlación y encontraron que el parámetro menos relacionado con la producción fue el espaciamiento; en cambio los más relacionados fueron las existencias medias y el volumen en pie después de las cortas.

13.4.2 Crecimiento y rendimiento

Mas (1970) realizó análisis troncales de sólo dos árboles dominantes de esta especie, de donde concluyó lo siguiente:

- La culminación del ICA en altura se presentó a los 12 y 15 años, a la edad de 50 años alcanzaron 28 y 31 m de altura, lo que representó el 80 y 86 % de la altura total alcanzada a las edades de 95 y 85 años, respectivamente.
- El ICA en diámetro culminó entre 28 y 40 años, entre 50 y 54 años se obtuvo un diámetro de 45 cm sin corteza.
- En cuanto al incremento en volúmen, el promedio de dos árboles analizados dió como resultado 0.1 m³ entre 15 y 20 años, 1 m³ entre 35 y 45 años y 4m³ entre 70 y 80 años.

13.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Cibrián (1988) dice que ésta especie de pino es hospedera del Arceuthobium gillii gillii, y que no hay reportes sobre los insectos que atacan la porción vegetativa.

13.6 BIBLIOGRAFIA CITADA

CIBRIAN TOVAR, D. 1988. Comunicación personal.

EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 621 p.

MARTINEZ M, 1948. Los pinos mexicanos. 2a. Editorial Botas.
México. México, 250 p.

MAS PORRAS, J. 1970. Características de crecimiento de seis especies mexicanas de pino con gran futuro para reforestación artificial. In: Memoria de la Primera Reunión Nacional de Plantaciones Forestales . SARH. D G I C F. Pub. Esp. 13 México, D.F. pp. 27-72.

MAS PORRAS, J. 1983. El sitio experimental "La Nieve", catorce años después de su tratamiento silvícola. INIF Bol. Téc. 95, 60 p.

MAS PORRAS, J. y A. PAHUA GONZALEZ 1988. El sitio permanente de experimentación silvícola "La Nieve" a los 27 años de su establecimiento. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Michoacán. Inédito.

PATIÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna 10(4):20-30.

Pinus douglasiana Martínez

14.1 INTRODUCCION

Esta especie de pino se incluye en la Sección Pseudostrobus (Martínez, 1948), el árbol alcanza 20 m de altura, de copa densa, hojas en fascículos de cinco, de 25 a 33 cm de longitud, de color verde claro; conos ovoides, asimétricos y reflejados, color moreno rojizo, caedizos, de 7.5 a 10.5 cm de largo, pedunculados que se presentan en grupos de 3 a 5, (Eguiluz, 1978).

Produce buena cantidad de resina y su madera se usa en aserrío, pilotes, durmientes, postes, ebanistería y en la construcción, Mas (1970) la recomienda para plantaciones comerciales por su rápido desarrollo. Su distribución altitudinal va de 1400 a 2500 m. snm, abunda en la Sierra Madre Occidental prolongándose hasta Chiapas a través de la Sierra Madre del Sur.

14.2 MARCO ECOLOGICO

14.2.1 Clima

Es de clima subtropical con precipitaciones de 700 a 1600 mm anuales, distribuídos de abril a septiembre, la tempera-

tura media anual va de 17 ° a 23 °C con extremas de 44 ° y -2 °C, sin nevadas pero hasta 7 heladas por año.

14.2.2 Suelo

Prefiere suelos ricos y bien drenados de textura migajón areno -limosa, o areno-arcillosa; profundos con pH entre 5 y 6.5 con una capa de humus de 15 a 20 cm, con altos contenidos de calcio.

14.2.3. Especies asociadas

Se le observa en masas puras no muy extensas, es más frecuente que se asocie con otros pinos de clima subtropical como es el caso de P. oocarpa, P. tenuifolia, P. herrerae, P. lawsonii, P. michoacana y también con los de clima templado: P. montezumae, P. pseudostrobus, P. leiophylla, además de arbutus, Quercus y Baccharis (Eguiluz, 1978).

14.3 REGENERACION NATURAL

14.3.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La época de floración es de enero a marzo, la apertura de conos ocurre de noviembre a diciembre y la dispersión de semillas se inicia en este último mes. (Patiño 1973).

Producción de conos y semillas

Cano y Nevares (1979) determinaron un ciclo semillero de 4 años y un temperamento intolerante para esta especie; Patiño (1973) encontró un promedio de 58 083 semillas por kg y un 90 % de germinación en el laboratorio.

Plagas de conos y semillas.

El coleoptero Conophthorus conicolens es la especie que produce la mayor mortandad de conos (de 15 a 60 %), lo ataca también Conophthorus ponderosae, Conotrachelus meomexicanus, la chinche maloliente Tetyra bipunctata, la escama Chionaspis pinifoliae y la palomilla Dioryctria erythropasa que ataca conos y ramas con Cronartium conigenum (Cibrián et al., 1986).

14.4 DESARROLLO DE RODALES

14.4.1 Tratamientos intermedios

Control de la Densidad

En el punto correspondiente del Pinus herrerae se describe un experimento sobre aclareos en una masa coetánea con mezcla de ambas especies.

Por su parte Cano (1988) desarrolló una forma de marcajeo para aclareos en ésta especie y otras del sur de

Jalisco, que denominó "marqueo mixto ND-20 ", el cual consiste en dejar un nivel de densidad de 20 m² de área basal utilizando un tipo de aclareo combinado de alto y bajo. Este autor recomienda aplicar éste aclareo como una regla preliminar en todos los bosques de coníferas de la Región Central, con períodos de reintervención de 8 a 12 años; esta regla debe ser ajustada de acuerdo a la calidad de estación, su utilización es para bosques puros, coetáneos que tengan todavía algún grado de irregularidad.

14.4.2 Calidad de estación

Aguilar (1983) en el campo experimental "Barranca de Cupatitzio" realizó análisis troncales de tres árboles de ésta especie y con los datos de altura-edad elaboró una familia de curvas de índice de sitio, ajustando el modelo:

$$\ln S = a + (\ln H_0 - a) (A/A_i)^k$$

donde:

$\ln S$ = Logaritmo natural de índice de sitio

a = intercepción al origen sobre el eje de abscisas

$\ln H_0$ = logaritmo natural de altura dominante a edad base

A = edad base

A_i = edad actual

k = constante

El juego de curvas es polimórfico y se puede apreciar en la Fig. 14.1, la edad base es de 50 años y los índices de sitio son respectivamente 36, 28, 20 y 12 m+2X, estas curvas definen tres calidades de estación con sus respectivos rangos.

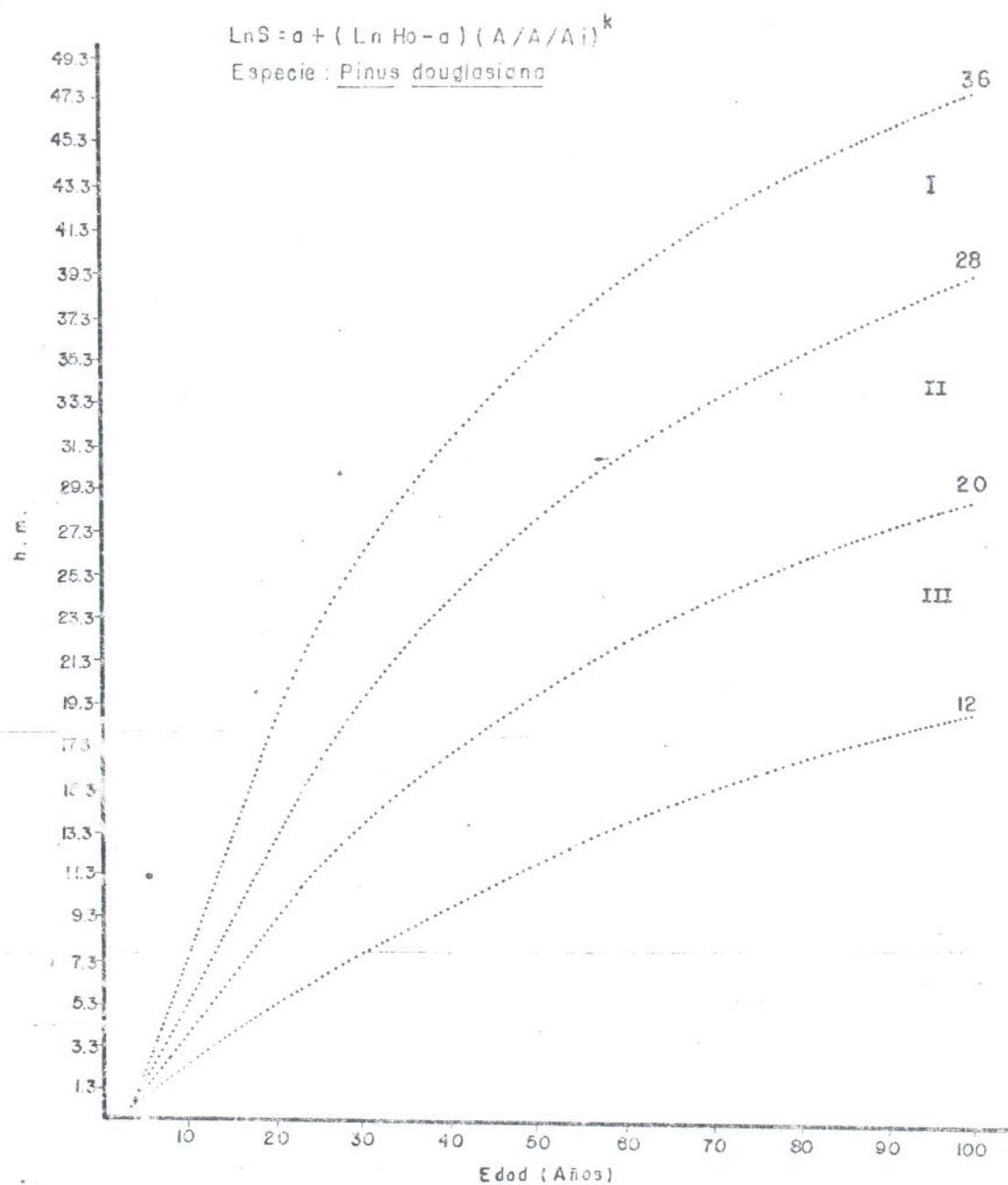


Fig. 14.1. Curvas de calidad de estación para Pinus douglasiana y ecuación utilizada para su trazo (Aguilar, 1984).

de índice de sitio, como se observa a continuación:

calidad de estación	índices de sitio
I	28 - 36
II	20 - 28
III	12 - 20

Por su parte Cano y Nevarez (1979) hicieron también análisis troncales en árboles de la Unidad Industrial de Atenquique y estimaron curvas de índice de sitio (Fig. 14.2), ajustando el modelo de Richard modificado.

14.4.3 Crecimiento y rendimiento

Tablas de volumen

López (1984) elaboró una tabla de volúmenes para esta especie con la ecuación:

$$V = 0.29845 - D1.98929 H1.0689$$

Modelos de crecimiento

Con análisis troncales de tres árboles Aguilar (1983), realizó un ajuste del modelo de Schumacher para obtener curvas de crecimiento en altura en tres calidades de estación.

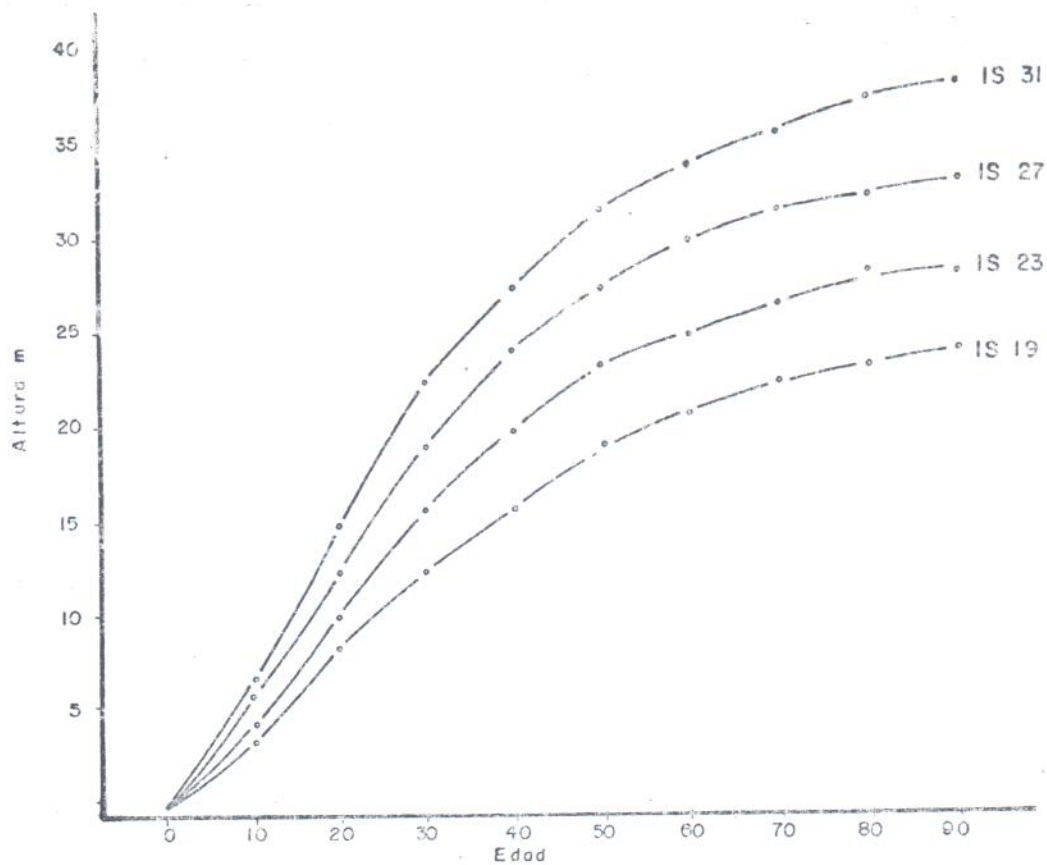


Fig. 14.2. Curvas de índice de sitio para Pinus douglasiana - (Nevarez, 1986).

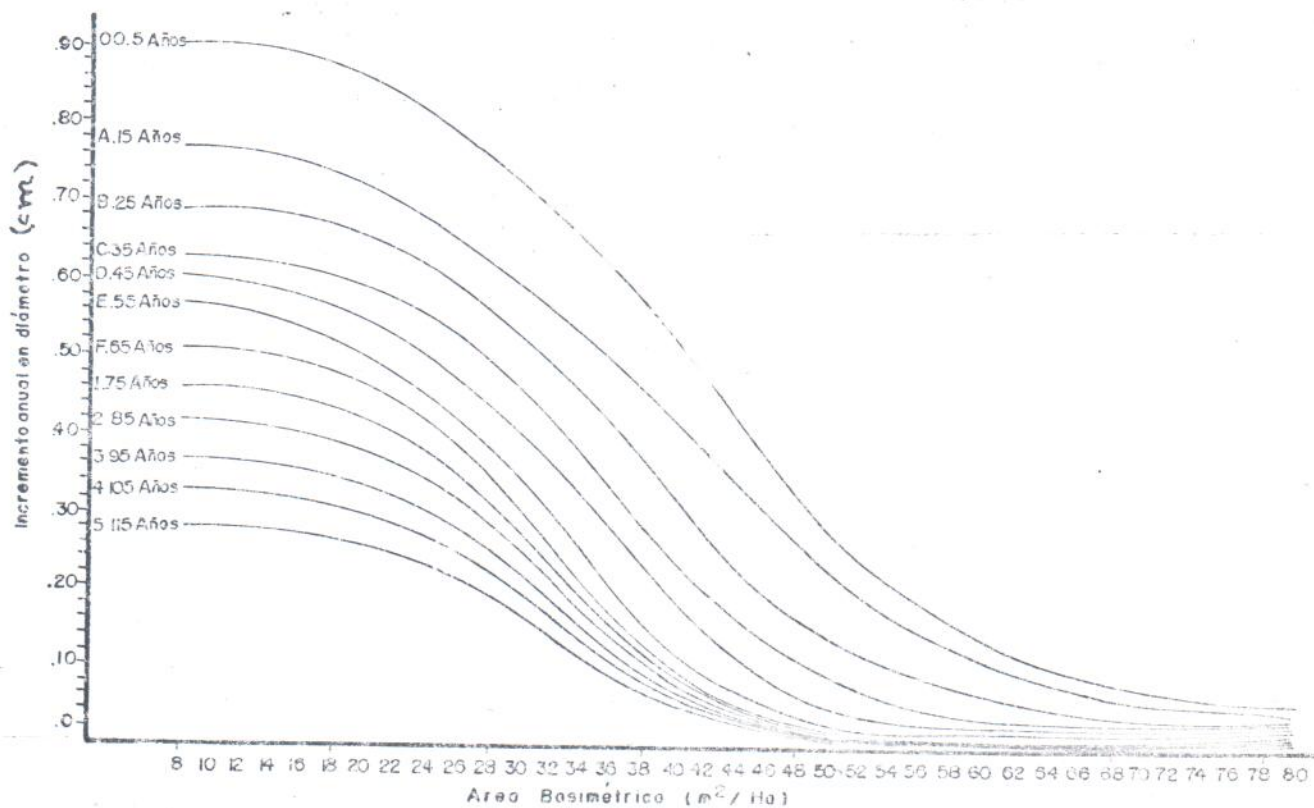


Fig. 14.3. Curvas de incremento individual anual en diámetro para Pinus douglasiana en relación al área basal de la población (Cano, 1985).

donde:

$$\ln H_o = \ln H_{\max} + b/A^k$$

$\ln H_o$ = log natural de altura dominante

$\ln H_{\max}$ = log. natural de altura máxima.

b = coeficiente de regresión

A = edad de altura dominante

k = Parámetro cuyo valor varía de 0.2 a 2.

Este autor determinó algunas características epidométricas de acuerdo a la calidad de estación (Cuadro 14.1) y definió las edades de 1er. aclareo, 2° aclareo, turno técnico y turno absoluto, que definió de la siguiente forma:

- 1er aclareo. edad de culminación del ICA en altura
- 2° aclareo. edad de culminación del ICA en diámetro
- Turno Técnico. Edad de diámetro normal aprovechable.
- Turno absoluto. Edad de cruce de ICA e IMA en volumen.

CUADRO 14.1 Tabla con las características Epidométricas por calidad de estación (datos promedio)
Pinus douglasiana

EDAD AÑOS	D.N. c.c. cm.	D.N. s.c. cm.	ALTURA mt	VOLUMEN M ³	I.C.A. M ³	I.M.A. m ³	IND.LOC. 50 mt	EDAD A 1.3 mt. AÑOS	EDAD 1° ACLAREO AÑOS	EDAD 2° ACLAREO AÑOS	TURNO TECNICO	TURNO ABSOLUTO
57	58	55	34	3.877	0.110	0.067	34	5	10	11	45*	65
52	42	39	24	1.376	0.056	0.024	23	5	11	15	56*	68
59	40	37	18	0.948	0.031	0.014	15	6	18	26	61**	7

* 45 cm. D.A.P.

** 40 cm. D.A.P.

Fuente: Aguilar (1984).

Este autor concluye que los patrones de crecimiento son

promedio la altura de 0.30 m se alcanza a los tres años, la altura de 1.30 a los cinco y seis años y a los 50 años el índice de sitio es de 34, 23 y 15 m.

En 1979 Cano y Nevarez desarrollaron un modelo de simulación del crecimiento de rodales coetáneos para P. douglasiana, su aplicación es local para un solo índice de sitio (27 m) en la región de la Unidad Forestal de Atenquique, el objetivo de este trabajo fue presentar una herramienta de manejo silvícola con la cual se pudieran simular "juegos de tratamientos silvícolas" con diversos grados de aclareo o intensidades de corta, a lo largo de un turno de 60 años y poder predecir el rendimiento o producción en períodos de manejo considerados.

Con algunas modificaciones este mismo trabajo fue posteriormente presentado por Nevarez (1986) con el nombre de SIMSIL un modelo para simular el efecto de políticas de manejo en el crecimiento de rodales coetáneos de Pinus douglasiana.

Los modelos del SIMSIL fueron construidos utilizando tanto técnicas de regresión lineal como no lineal, el simulador está basado en el estudio del incremento en diámetro de árboles individuales cuyos resultados se extrapolan a nivel masa suponiendo que las estructuras son muy homogéneas. La base de datos para construir el modelo fue el incremento

radial en diámetro de árboles creciendo a diferentes densidades en índice de sitio 27 y no intervenidos en los últimos 10 años, se consideraron 7 clases de edad, Previamente se realizaron análisis troncales para determinar los índices de sitio.

Los principales componentes de SIMSIL son tres modelos: un modelo de crecimiento en diámetro, uno de crecimiento en altura y uno de coeficientes mórficos, no incorpora otros índices de sitio ni tampoco algún modelo de mortalidad.

SIMSIL fue escrito en Apple Pascal e implementado en una microcomputadora Apple II Plus de 64 Kb, consta de dos módulos, el primero es llamado "Tablas de Producción de Densidad Variable" y en este caso el usuario especifica la alternativa de manejo deseada, dando 5 instrucciones de entrada y SIMSIL simula hasta alcanzar el ciclo de cultivo que se le haya especificado. En el segundo módulo llamado "simulación de Rodales Actuales" el usuario interactúa con el simulador hasta que lo desee.

Este modelo computarizado permite simular el efecto de combinaciones de ciclos de cultivo, intervalos de corta, edades de la primera corta y densidades residuales en los diversos aclareos.

Para modelar el crecimiento radial en diámetro se utilizaron la edad y el área basal como variables

predictivas, en este caso se ajustó la distribución Weibull con la cual se obtuvieron las curvas de incremento diamétrico para algunas edades como se observa en la Fig. 14.3.

Para modelar el crecimiento en altura se estimaron curvas de índice de sitio ajustando el modelo de Richard modificado, en este caso al simular habrá una sobreestimación del incremento ya que las curvas fueron construidas con datos de árboles dominantes, en tanto que el simulador trabaja con la altura media del rodal, en la Fig. 14.2 se aprecian las curvas polimórficas de crecimiento en altura.

Para la modelación del coeficiente de forma se utilizó una tabla de doble entrada ya existente, cuyos datos se ajustaron a un modelo de regresión lineal, el cual requirió de varios ajustes y transformaciones hasta llegar a obtener un modelo satisfactorio, en la Fig. 14.4 se presenta una familia de curvas de coeficiente de forma para varios rangos de diámetro.

En cuanto a regeneración SIMSIL considera que se inicia con 7500 brinzales de un año de edad /ha, o bien la que le indique el usuario en caso de plantación, por otro lado la edad mínima en que un árbol alcanza el diámetro normal de 1.93 cm es de 4 años, que son los valores que se usan para iniciar la simulación en el primer módulo, o bien en el módulo dos cuando se especifica una edad menor de 5 años.

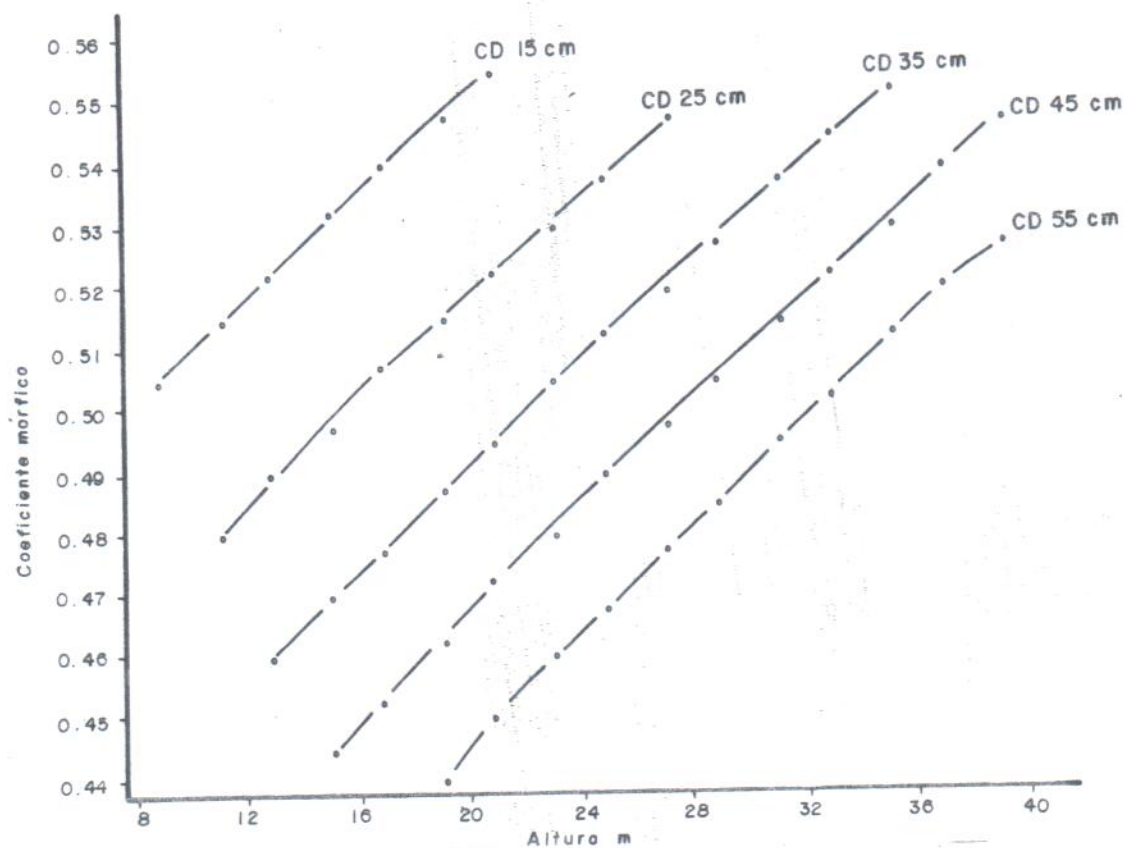


Fig. 14.4. Curvas de coeficientes mórficos para Pinus douglasiana Mtz. (Nevarez, 1986).

Para modelar el comportamiento de la densidad se elaboraron curvas de niveles de densidad según la metodología de Myers (1967) citado por el mismo autor, considerando un diámetro base de 30 cm y tomando categorías diamétricas de 5 cm (Fig. 14.5), la tasa de disminución en el número de árboles/ha ("q") fue de 1.406. La familia de curvas de la Fig. 14.6 es equivalente a la anterior pero expresada en número de árboles/ha.

La densidad en número de árboles residuales/ha también se modeló según la ley de autoaclareo, de $-3/2$ o de Yoda; además se consideran los índices de densidad por espaciamiento de Hummel (1954), citado por el mismo autor.

En el módulo I de SIMISIL puede el usuario indicar las políticas de corta con las alternativas:

- Niveles de densidad
- Índices de densidad
- Ley de $-3/2$
- Áreas basales residuales constantes.

En el módulo II de SIMSIL, la corta se puede indicar por las alternativas.

- número de árboles/ha
- Áreas basales/ha
- Volumenes/ha
- Porcentaje de cualquiera de las variables anteriores.

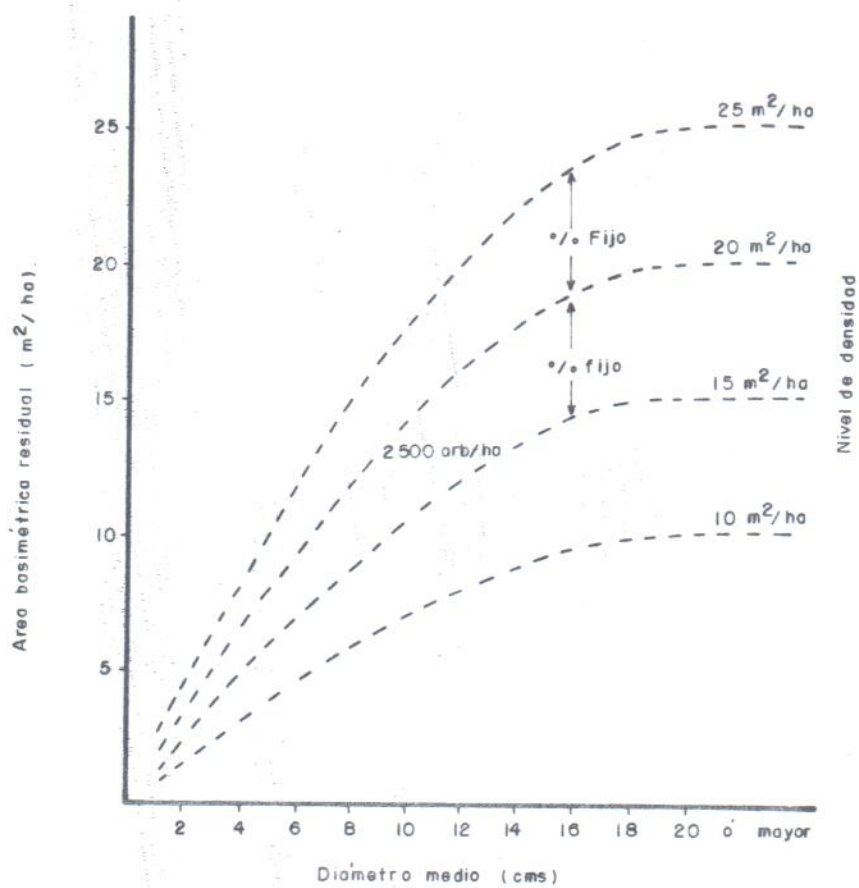


Fig. 14.5. Curvas de niveles de densidad para Pinus douglasiana en la unidad de Atenquique, Jal. (Cano, 1983).

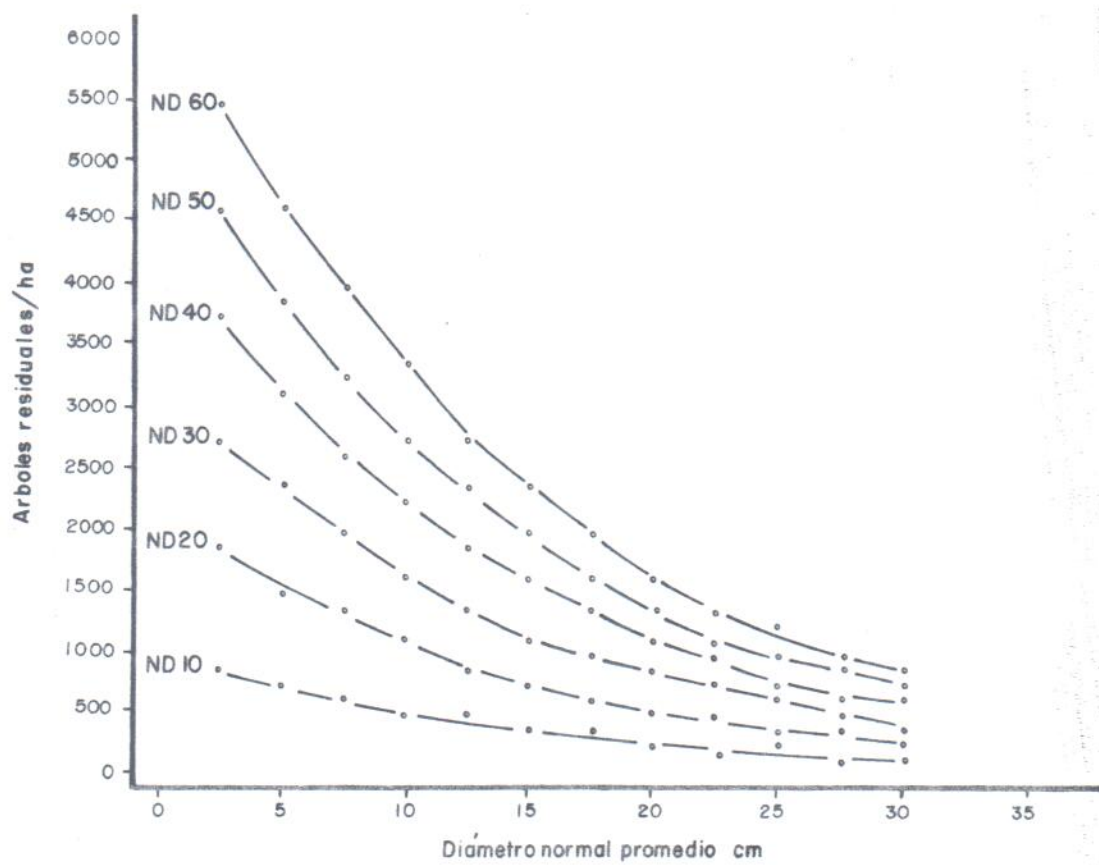


Fig. 14.6. Curvas de número de árboles residuales/ha para varios niveles de densidad (Nevarez, 1986).

Mas (1970) determinó que el ICA en altura culminó entre 15 y 17 años y que a los 50 años los dos árboles que utilizó tenían 32 y 34 m lo que significó el 88 y 94% de la altura total en el momento del análisis, el ICA en diámetro culminó a los 15 y 18 años, a los 42 años el diámetro obtenido fue de 45 cm; el volúmen de 0.1 m³ a los 25 y 30 años y los 4 m³

14.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

P. douglasiana es atacado por el barrenador de brotes Eucosma sonomana y es hospedero de los muérdagos Arceuthobium globosum grandicaule y A. pendens (Cibrián, 1988)..rm64

14.6 BIBLIOGRAFIA CITADA

AGUILAR RAMIREZ, M. 1983. Armonización de curvas de crecimiento y calidad de estación. En: Primera Reunión Sobre Modelo de crecimiento de árboles y masas forestales. SARH. SF. INIF. Pub. Esp. No. 44. México, D.F. 169-181.

AGUILAR RAMIREZ, M. 1984. Estudio del crecimiento en Pinus douglasiana y P. lawsonii en la región centro de Michoacán. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. UMSNH. Facultad de Agrobiología, Uruapan, Mich. 82 p.

CANO CAPRI .J. y J.D. NEVAREZ CHAVEZ. 1979. Simulación a través del tiempo de algunos parámetros de crecimiento del Pinus douglasiana Fotocopiado. 122 p.

CANO CAPRI, J. 1988. El sistema de manejo regular en los bosques de México. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 223 p.

CIBRIAN TOVAR, D., BERNARD, H. E., HARDY, O. Y. y MENDEZ MONTIEL. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México /Cone and seed insects of the mexican conifers. Southeastern Forest Experiment Station. Asheville. North Carolina. 109 p.

CIBRIAN TOVAR, D. 1988. Comunicación personal.

EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx. 453 p.

MAS PORRAS, J. 1970. Características del crecimiento de seis especies mexicanas de pino con gran futuro para reforestaciones artificiales. En: Memoria de la Primera Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. DGICF. SARH. México. 27-72.

MARTINEZ, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2a. ed. Ed. Botas, México, D.F.

NEVAREZ CHAVEZ, J. 1986. SIMSIL un modelo para simular el efecto de determinadas políticas de manejo silvícola en la dinámica de crecimiento de rodales coetáneos de Pinus douglasiana. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. 135 p.

PATIÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna. 10(4):20-30.

Pinus ayacahuite Ehrenb

15.1 INTRODUCCION

Esta especie presenta las variedades brachyptera y veitchii, su distribución es desde el norte de México hasta los bosque de Honduras, su rango altitudinal va de 2 000 a 3 000 m snm, el árbol alcanza de 20 a 35 m de altura, aramas extendidas verticiladas, sus hojas en número de 5 por fascículo, delgadas; extendidas y colocadas en la extremidad de las ramillas, color verde oscuro, vainas precozmente caedizas, su madera es de buena calidad, suave y trabajable, se usa en artesanías, aserrío, triplay, celulosa, pilotes y en ebanistería; es recomendable para plantarse en parques, jardines y campos deportivos por su gran porte, la apariencia de sus fascículos azul-verdosos y por sus grandes conos colgantes (Eguiluz, 1978).

15.2 MARCO ECOLOGICO

15.2.1 Clima

Prospera en sitios relativamente húmedos con precipitaciones entre 700 y 1 800 mm anuales, con lluvias en verano que se pueden prolongar hasta octubre, se pueden presentar seis meses secos con menos de 60 mm de precipitación invernal, la temperatura media anual oscila

entre 14.5 a 19°C, con extremas de -5 y 35 C, las heladas son frecuentes y los días nublados ocurren casi la mitad del año.

15.2.2 Suelo

prefiere terrenos húmedos y profundos, en suelos de textura arcillosa, migajón limoso o migajón arcillo arenoso, de colores café, gris o rojizos, pH entre 5 y 8, requiere suelos ricos en materia orgánica y buen drenaje.

15.2.3. Especies asociadas

Las especies arbóreas asociadas a él son: P. monte zumae, P. teocote, P. pseudostrobus var. oaxacana, P. oocarpa var. ochoterenae, P. rudis, P. hartwegii, P. tenuifolia, P. strobus var. chiapensis, y lo géneros Abies, Quercus, Alnus, Cupressus y Juníperus; en el estrato herbáceo predominan las gramíneas y en el rasante los musgos, líquenes y hongos (Eguiluz, 1978).

15.3 SUCESION

Rzedowski (1980) menciona que los pinares de P. ayacahuite entre otros representan comunidades clímax poco resistentes al fuego, rara vez forma masas forestales y crece preferentemente en cañadas u laderas protegidas, a menudo formando ecotonías y mosaicos con el bosque de Abies.

15.4 REGENERACION NATURAL

15.4.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La floración se observa en abril y mayo, la polinización ocurre en éste último mes, la elongación del conillo se presenta de mayo a junio y la maduración del cono desde agosto hasta octubre, la dispersión de la semilla es desde éste último mes hasta febrero (Carrera 1973).

Producción de conos y semillas

El número de semillas por kilogramo en promedio es de 13 169 para la forma típica, 4 006 para la variedad veitchii y 2 950 para la var. brachyptera (Patiño 1973). No hay estudios sobre la cantidad y periodicidad de producción de conos y semillas.

Plagas de conos y semillas

La plaga más importante por su grado de daño es Leptoglossus occidentalis que ataca conos de la var. brachyptera; también es importante el Conophthorus ponderosae que ataca ambas variedades, a la var. veitchii le atacan además: la escama Chionaspis pinifoliae, la avispa Megastigmus albifrons, las palomillas Henricus melanoleucus y Cydia nigra; otras plagas menores son Apolychrosis sychysis y Argyrotaenia prob. heureta o urbana (Cibrián et al, 1986).

Patiño (1973) obtuvo en el laboratorio 68 % de germinación para la forma típica, un 88 % para la var. veitchii y un 29 % para la var. brachyptera. Carrera (1973) obtuvo un tiempo de germinación de 12 días y porcentajes de germinación de 86 y 69 % respectivamente. Las plántulas son fácilmente reconocibles por sus cotiledones dispuestos en forma de rehilete, por su hipocotilo grueso en la base y angosto en el extremo y por la presencia de pelos glandulares en el epicotilo.

Serrano (1986) probó tres formas de escarificación mecánica para evaluar el efecto en la germinación de semillas de la var. veitchii de ésta especie de pino: lijado, rompimiento y desprendimiento total de la testa.

Esta autora concluye que el porcentaje de germinación total se incrementa hasta en un 50 % , cuando se aplican a las semillas el rompimiento y lijado de la testa; en cambio el desprendimiento total de la testa, lo reduce hasta en un 50 %, aunque éste último tratamiento disminuye el número de días para el inicio de la germinación.

Esta autora encontró también, que en condiciones de laboratorio, el tiempo de remojo de 48 horas mostró el mayor porcentaje de germinación y redujo hasta en un 50 % el tiempo de inicio de la misma; que la germinación se produce en un rango de 10 a 35 C, siendo el óptimo entre 15 y 30 C; que en

fotoperíodos de 8 a 16 horas de luz, se obtuvo la más alta germinación; que la luz continua inhibe la germinación y que las semillas son capaces de germinar en oscuridad continua.

Baeza y Nájera (1987) evaluaron el efecto de intensidad de luz sobre la germinación, sobrevivencia y desarrollo inicial de ésta especie en condiciones de vivero, los tratamientos correspondieron a las intensidades de luz de 100, 36.64, 15.26 y 5.85 %, los cuales fueron aplicados usando diferentes números de malla de mosquitero. Estos autores obtuvieron el más alto porcentaje de germinación en el tratamiento de 36.64 % de intensidad de luz que fué de 71 % y concluyeron que la supervivencia de las plántulas no es significativamente afectada a intensidades de luz iguales o menores de 36.64 %, que además la intensidad de luz tiene un efecto inverso sobre la altura de las plántulas y el tratamiento de 36.64 % de intensidad de luz proporcionó los mejores resultados en las variables de peso seco de la porción aérea y de raíz.

15.5 DESARROLLO DE RODALES

15.5.1 Crecimiento y rendimiento

Tabla de volúmenes

López (1984) elaboró una tabla de volúmenes para esta especie a partir de la ecuación:

$$V = 0.13262 D^{0.823177} e^{0.137539(H)}$$

En los estados del norte del país, éste pino es atacado ^{hospedante} por Dendroctonus rhizophagus y en general es hospedero del descortezador Pissodes sp. y el muérdago Arceuthobium blumeri éste último sobre la var. brachyptera (Cibrián 1988).

15.6 MEJORAMIENTO GENETICO

Tabajos de cruzamiento han sido realizados en Filadelfia E. U. y se han obtenido los híbridos P. ayacahuite por P. griffithii que tiene las acículas más largas y el P. ayacahuite por P. strobus el cual resultó más resistente a enfermedades (Whright, 1962).

Catalán (1987) estableció un ensayo de procedencias de P. ayacahuite de Honduras, Guatemala y varias entidades de nuestro país, en Zacualpan Ver. y Lomas de San Juan, Méx.

15.7 BIBLOGRAFIA CITADA

- BAEZA ARGAEZ, M. G. y F. J. NAJERA CONTRERAS. 1987. Comportamiento en vivero de Pinus ayacahuite var. veitchii Shaw y Abies guatemalensis Rheder bajo diferentes intensidades de luz. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx. 97p.
- CARRERA GARCIA, M. V. 1982. Estudios morfológicos comparativos de plántulas y semillas de nueve especies de pinos mexicanos. INIF.
- CIBRIAN TOVAR, D. et al. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México/U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 109 p.

- EGUILUZ PIEDRA, T. 1978 Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques, tomos I y II. 453 p.
- LOPEZ EQUIHUA, H. A. 1984. Toma de datos, elección de modelos de regresión y pruebas de residuales para elaborar tablas de volumen. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. UMSNH. Facultad de Agrobiología. Uruapan, Mich. 77 p.
- PATÍÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna Vol. 10 (4): 20-30.
- SERRANO JIMENEZ, Ma. del S. 1986. Efecto de algunos factores ambientales en la germinación de semillas de Pinus ayacahuite var. veitchii, bajo condiciones controladas. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales, Chapingo, Méx., 72 p.
- WHRIGHT, W. J. 1962. Genetics of forest tree improvement. FAO, Roma.

Pinus leiophylla Schl. et Cham.

16.1 INTRODUCCION

Especie de amplia distribución en nuestro país en un rango altitudinal de 1 700 a 2 800 m snm, siendo a 2 100 m snm donde ocurren los mejores ejemplares cuando el suelo los favorece, el árbol alcanza de 15 a 25 m de altura, de copa rala e irregular, corteza delgada cuando el árbol es joven, pero se vuelve áspera y rugosa, su color al principio es ceniciento que se vuelve negro hacia la madurez; presenta retoños a lo largo del tronco, fascículos de cinco hojas de 8 a 13 cm de longitud, finas y delgadas, de color verde grisáceo, vainas caedizas; conos ovoides ligeramente asimétricos y algo reflejados, de 4 a 6 cm de largo, son persistentes y se presentan en pares o hasta en número de siete, pedúnculos de 5 a 15 mm, los conos se abren parcialmente en diferentes épocas. Es una especie productora de resina, su madera es dura y pesada (Eguiluz, 1978).

16.2 MARCO ECOLOGICO

16.2.1 Clima

Se le encuentra en climas subtropical y templado húmedo y frío, lluvias en primavera y verano con inviernos casi secos, precipitación de 600 a 1 200 mm anuales, temperatura media

anual alrededor de 14 C con extremas de 38 C y -15 C, el número de heladas puede variar de 55 a 150 por año.

16.2.2 Suelo

Se desarrolla sobre suelos de textura migajón arenoso, delgados, color ocre o amarillo-rojizos, con pH entre 5.5 y 6.5 con bajos contenidos de materia orgánica, bajos también en N, Ca y P pero ricos en K; se le encuentra bordeando las principales masas de coníferas en suelos poco profundos, donde se desarrollan muy ramificados.

16.2.3 Especies asociadas

Se asocia ampliamente con otros pinos y encinos, en el sur del país se le encuentra mezclado con P. montezumae, P. lawsoni, P. douglasiana, P. tenuifolia, P. michoacana, P. pringlei, P. pseudostrobus y varias especies de Quercus. En el centro del país se mezcla con P. montezumae, P. patula, P. ayacahuite var. veitchii, P. pseudostrobus, P. pringlei, además con Cupressus lindleyi, Juniperus, Abies, Arbutus y Quercus (Eguiluz, 1978).

16.3 SUCESION

Ern (1972) citado por Rzedowski (1980), sostiene que los bosques de ésta especie y los de P. montezumae y P. teocote son asociaciones secundarias sostenidas por el fuego en las laderas de los volcanes Iztaccihuatl y Popocatepetl.

16.4 REGENERACION NATURAL

16.4.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La floración ocurre de febrero a abril, la apertura de conos de diciembre a enero y la dispersión de semilla se inicia en febrero (Patiño 1973).

Germinación

Patiño (1973) encontró en promedio 110 658 semillas/kg y obtuvo un 62 % de germinación en condiciones de laboratorio.

Sobrevivencia

Las mejores épocas de siembra en vivero para ésta especie fueron las realizadas el 5 de julio y el 5 de mayo, presentando los más altos valores para emergencia (72 y 65 % respectivamente), longitud de hipocotilo, longitud de raíz principal, número de raíces secundarias y peso seco aéreo, radicular y total (Catalán 1987).

Plagas de conos y semillas

La plaga más destructora de conos es Conophthorus conicolens que llega a matar del 15 al 60 % de los frutos de esta especie, le siguen en orden de importancia las palomillas

Dioryctria erythropasa , Dioryctria cibriani; otras plagas menores son Conotrachelus neomexicanus, Conophthorus ponderosae, Apolychrosis amboonium ,Apolychrosis synchysis, ésta palomilla llega a destruir hasta el 20 % de la cosecha de conos; además llegan a presentarse Asynapta sp. cerca strobilophila, Leptoglossus occidentalis, Herculia phoezalis y Argyrotaenia prob. heureta o urbana (Cibrián et al.,1986)

16.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

En altitudes bajas es atacado por el barrenador de yemas Rhyacionia frustrana y el descortezador Dendroctonus mexicanus en el norte lo ataca P. rhizophagus (Cibrián 1988).

16.6 BIBLIOGRAFIA CITADA

CATALAN SANTOS, E.J. 1987. Estudio de algunos factores que influyen en la producción de Pinus leiophylla Schl. et Cham., en vivero. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mèx., 97 p.

CIBRIAN TOVAR, D.; BERNARD, H. E.; HARDY, O. Y. y MÉNDEZ MONTIEL, J. T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México/U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 109 p.

CIBRIAN TOVAR, D. 1988. Comunicación personal.

EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques, tomos I y II. 453 p.

PATÍÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna Vol. 10(4):20-30.

RZEDOWSKI, J. 1980. Vegetación de México. Ed. Limusa Méx. 431 p.

Pinus teocote Schl. et Cham.

17.1 INTRODUCCION

Es la especie de pino de mayor distribución en el país, y se extiende hasta Centroamérica, se ha reportado en 24 entidades de la República. Sánchez y Huguet (1959) citan a Pinus teocote entre las mejores especies productoras de resina, Gutiérrez et al., (1979) estimaron su producción en 2.070 Kg por año y por árbol. La madera es de textura fina y de buena calidad, se utiliza para aserrío, celulosa, cajas de empaque, pilotes, durmientes, postes y muebles; también para tableros contrachapados, centros de triplay y tableros de partículas, esta especie presenta la forma típica y las formas macrocarpa y quinquefoliata.

17.2 MARCO ECOLOGICO

17.2.1 Clima

Se desarrolla en un clima templado húmedo con una precipitación de 600 a 1 500 mm anuales, siendo su mejor calidad de estación en el Eje Neovolcánico con una precipitación de -1 000 mm anuales, con temperatura media anual de 14° C, una mínima de -10° C y una máxima de 38° C.

17.2.2 Suelo

Crece en suelos de buen drenaje con pH de 6 a 7.5 cm, regulares o altos contenidos de N, Ca y K, pero casi siempre bajos en P, textura migajòn areno arcilloso teniendo de 15 a 100 cm de profundidad.

17.2.3 Especies asociadas

Forma masas puras principalmente en la Cordillera Neovolcánica, se asocia con otras coníferas y algunas latifoliadas de clima templado, siendo en ocasiones dominante. En la Sierra Madre Oriental se asocia con Pinus patula, Pinus greggi, Pinus cembroides, Pinus arizonica, Pinus pseudostrobus; en la Región Central lo hace con Pinus montezumae, Pinus ayacahuite, Pinus leiophylla, Pinus pseudostrobus, Pinus douglasiana, Pinus herrerae, Pinus lawsonii, además se mezcla con Abies, Alnus y Quercus.

17.3 SUCESION

Ern (1972) citado por Rzedowski (1980), sostiene que los bosques de P. teocote, P. leiophylla y P. montezumae son asociaciones secundarias en los volcanes Iztaccìhuatl y Popocatèpetl, cuya presencia se mantiene debido a los incendios.

17.4 REGENERACION NATURAL

17.4.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología y germinación

La floración de esta especie ocurre entre febrero y abril y la maduración de los conos se presenta de octubre a enero (Patiño, 1973). La dispersión de la semilla es en el mes de enero (Niembro, 1973); el número promedio de semillas/Kg es de 143 867. El porcentaje de germinación obtenido por Patiño (1973) fué de 78 %.

Plagas de conos y semillas

Conophthorus teocotum lo infesta severamente, reduciendo la cosecha de conos hasta en un 50 %; lo atacan también: Leptoglossus occidentalis, Tetyra bipunctata e Hidroeciodes n.s.p. (Cibrián, et al 1986).

17.5 DESARROLLO DE RODALES

17.5.1 Crecimiento y rendimiento

Tablas de volúmen

Para elaborar tablas de volúmen de ésta especie López (1984) ajustó la siguiente ecuación:

$$V = 0.1434D^{1.72691} H^{1.2889}$$

A esta especie de pino la ataca el defoliador Neodiprion fulviceps, el descortezador Dendroctonus mexicanus y la planta parásita Arceuthobium gillii negrum. (Cibrián 1988).

17.7 BIBLIOGRAFIA CITADA

- CIBRIAN TOVAR, D.; BERNARD, H.E.; HARDY, O. Y. y MENDEZ MONTIEL, J. T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México/U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 109 p.
- CIBRIAN TOVAR, D. 1988. Comunicación personal.
- LOPEZ EQUIHUA, H. A. 1984. Toma de datos, elección de modelos de regresión y pruebas de residuales para elaborar tablas de volúmen. Tesis de Ing. Agr. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 77 p.
- GUTIERREZ, T. J., RODRIGUEZ, P.M.A., VILLEGAS, C.T. 1979. La producción de resina en pinares de ciertas áreas del estado de Michoacán, bajo condiciones experimentales. Ciencia Forestal 4(21):17-55.
- NIEMBRO ROCAS, A. 1979. Semillas forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. de Bosques. Chapingo, Méx. 65 p.
- PATÍÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna Vol. 10(4):20-30.
- RZEDOWSKI, J. 1980. Vegetación de México. Ed. Limusa Méx. 431 p.
- SANCHEZ MEJORADA, N. HUGUET, L. 1959. Las coníferas de México. UNASYLVA Vol. 13 No. 1.

Pinus rudis Endl.

18.1 INTRODUCCION

Especie de amplia distribución en el Eje Neovolcánico en un rango altitudinal de 2 500 a 3 400 m snm, el árbol alcanza hasta 25 m de altura, con ramas frecuentemente torcidas, hojas en fascículos de 5, 4 ó 6, de 10 a 16.5 cm de largo, robustas, rígidas de color verde claro, casi siempre erguidas; los conos son ovoides de 8 a 13 cm de largo, de color café oscuro, opacos y semipersistentes.

Su madera se usa en aserrío y en la industria de la pulpa y el papel, a nivel local se usa en postes, cercas y como combustible, es una especie de mediana tasa de incremento (Eguiluz, 1978).

18.2 MARCO ECOLOGICO

18.2.1 Clima

Se localiza en clima templado con lluvias en verano y otoño, de 600 a 1 450 mm anuales, temperatura media anual de 12 C con extremas de 42 C y 10 C, algunas nevadas y de 6 a 100 heladas anuales.

18.2.2 Suelo

Se desarrolla sobre suelos profundos de 0.5 a 1.5 m,

areno-limosos o migajón arenosos, con pH de 5.9 a 6.9 y con abundante materia orgánica.

18.2.3 Especies asociadas

Forma masas puras de varias decenas de ha, se asocia con P. hartwegii, P. montezumae, P. pseudostrobus, P. teocote, P. ayacahuite var. veitchii, Abies religiosa; además se mezcla con Quercus, Alnus y zacatonales (Eguiluz, 1978).

18.3 REGENERACION NATURAL

18.3.1 Fenología y desarrollo inicial

Germinación

Patiño (1973) encontró en promedio 53 310 semillas por Kg y un 91 % de germinación.

Plagas de conos y semillas

Conophthorus ponderosae disminuye del 40 al 87 % la cosecha de conos, otra plaga importante es Cydia montezumae, Dioryctria pinicolella reduce del 5 al 10 % la cosecha de conos, otras de menor importancia son: Conotrachelus neomexicanus, Asynapta sp. cerca Strobilophila, Cecidomya bisetosa, Leptoglossus occidentalis, Megastigmus albifrons, Apolychrosis synchysis, Eucosma n.s.p. y Leptothrips sp. (Cibrián et al 1986).

Pinus rudis es atacado por el barrenador de brotes Eucosma sonomana, por los descortezadores Dendroctonus adjunctus, D. rhizophagus y por las plantas parásitas Arceuthobium globosum globosum y A. vaginatum (Cibrián, 1988).

18.5 BIBLIOGRAFIA CITADA

CIBRIAN TOVAR, D.; BERNARD, H. E.; HARDY, O. Y.; Y M[ENDEZ MONTIEL, J. T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México/U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 109 p.

CIBRIAN TOVAR, D. 1988. Comunicación personal.

EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques, tomos I y II. 453 p.

PATIÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna Vol. 10(4):20-30.

Pinus lawsonii Roezl.

19.1 INTRODUCCION

El árbol de ésta especie alcanza de 20 a 25 m de altura, tiene copa dispersa, hojas en grupos de 3, 4 o 5, fascículos tiesos y espaciados de 14 a 22 cm de largo, los conos son ovados u oblongo cóncavos, semipermanentes. Es una especie confinada al Eje Neovolcánico y a la Sierra Madre del Sur en un rango altitudinal de 1 200 a 3 000 m snm. Su madera es de

mala calidad por los numerosos nudos que dejan las ramas, además es dura y tiene una buena producción de resina (Eguiluz, 1978).

19.2 MARCO ECOLOGICO

19.2.1 Clima

Se le encuentra en un clima subtropical con precipitación de 600 a 2 400 mm anuales, temperatura media anual de 16.5°C y extremas de 10°C y 43°C, con heladas de 0.50 al año.

19.2.2 Suelo

Se desarrolla sobre suelos profundos amarillo-rojizos de textura migajón arcillo-limosa, pH de 6.5 con una capa de

humus de 5 a 10 cm.de espesor.

19.2.3 Especies asociadas

Forma masas puras ocasionalmente y se asocia con P. herrerae, P. michoacana cornuta, P. pseudostrobus, P. pringlei, P. tenuifolia, P. teocote y P. douglasiana, además lo hace también con Quercus y Juniperus, el estrato herbáceo se compone de gramíneas y leguminosas.

19.3 REGENERACION NATURAL

19.3.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología

La época de floración es en enero y febrero, la apertura de conos ocurre en la misma época y la dispersión de la semilla se inicia en febrero (Patiño, 1973).

Germinación

El número de semillas por Kg en promedio es de 49 289 y el porcentaje de germinación de 51 % (Patiño, 1973).

Plagas de conos y semillas

Conophthorus conicolens destruye del 15 al 60 % de los conos, también es importante Dioryctria erythropasa, y en menor incidencia se encuentran: Conotrachelus neomexicanus,

Herculia phoezalis y Apolychrosissynchisis (Cibrián et al, 1986).

19.4 DESARROLLO DE RODALES

19.4.1 Calidad de estación

Aguilar (1984) con datos de análisis troncales de 20 árboles de esta especie, construyó curvas de calidad de estación (Fig. 19.1) utilizando la fórmula:

$$\ln S = a + (\ln H_0 - a) (A/A)^k$$

cuyos términos ya fueron definidos en el capítulo de Pinus douglasiana.

19.4.2 Crecimiento y rendimiento

Tablas de volùmen

López (1984) para elaborar tablas de volùmen de ésta especie obtuvo por regresión lineal la ecuación:

$$V = 0.2194D^{1.96575} H^{1.16178}$$

Modelos de crecimiento

Aguilar (1984) estudió las características de crecimiento de ésta especie, utilizando información derivada de los mismos análisis troncales que realizó en el Campo Experimental ``Barranca de Cupatitzio'', éste autor obtuvo curvas de crecimiento en altura en relación a la edad (Fig. 19.2,).

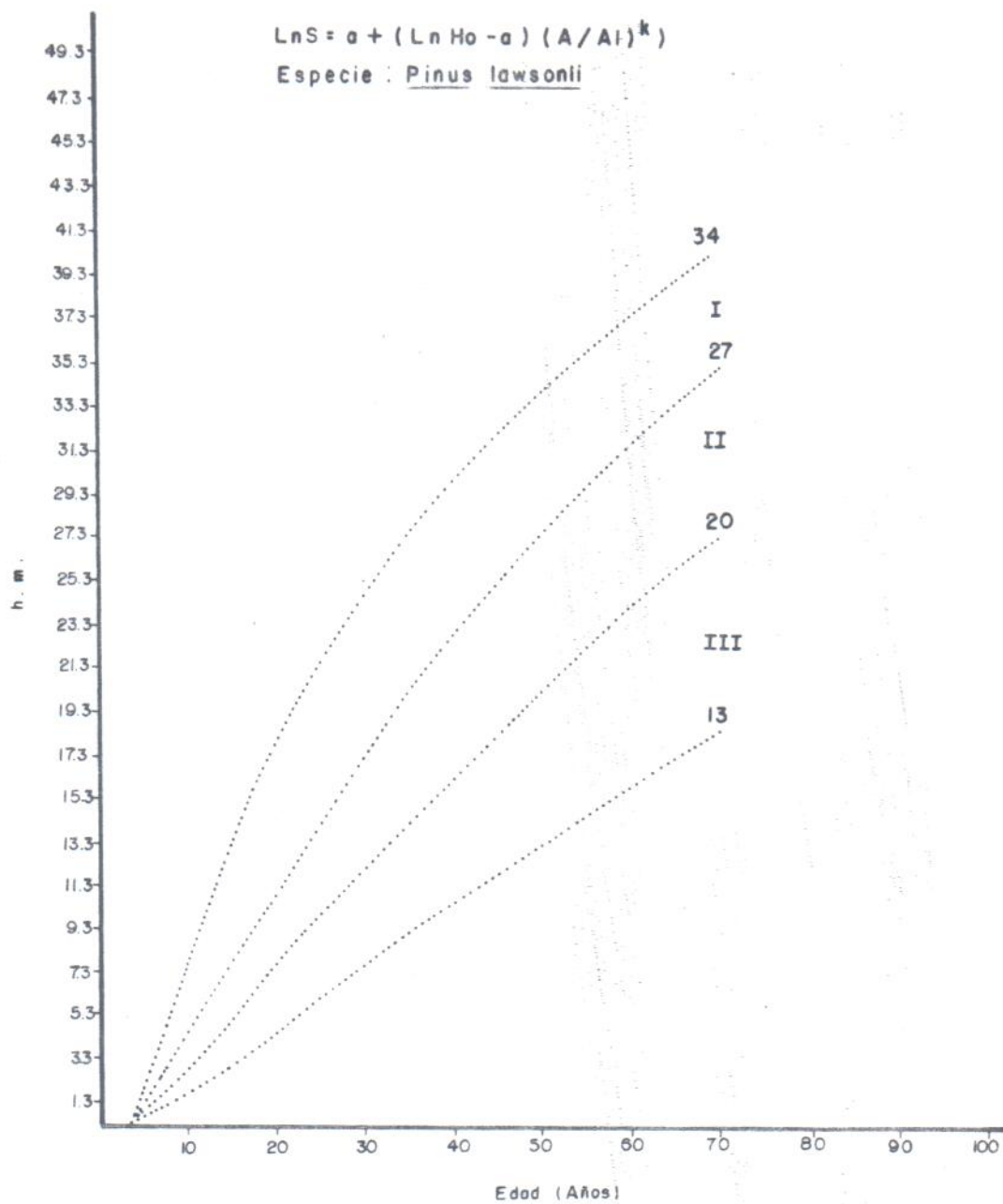


Fig.19.1. Curvas de calidad de estación para Pinus lawsonii y ecuación utilizada para su trazo (Aguilar, 1984).

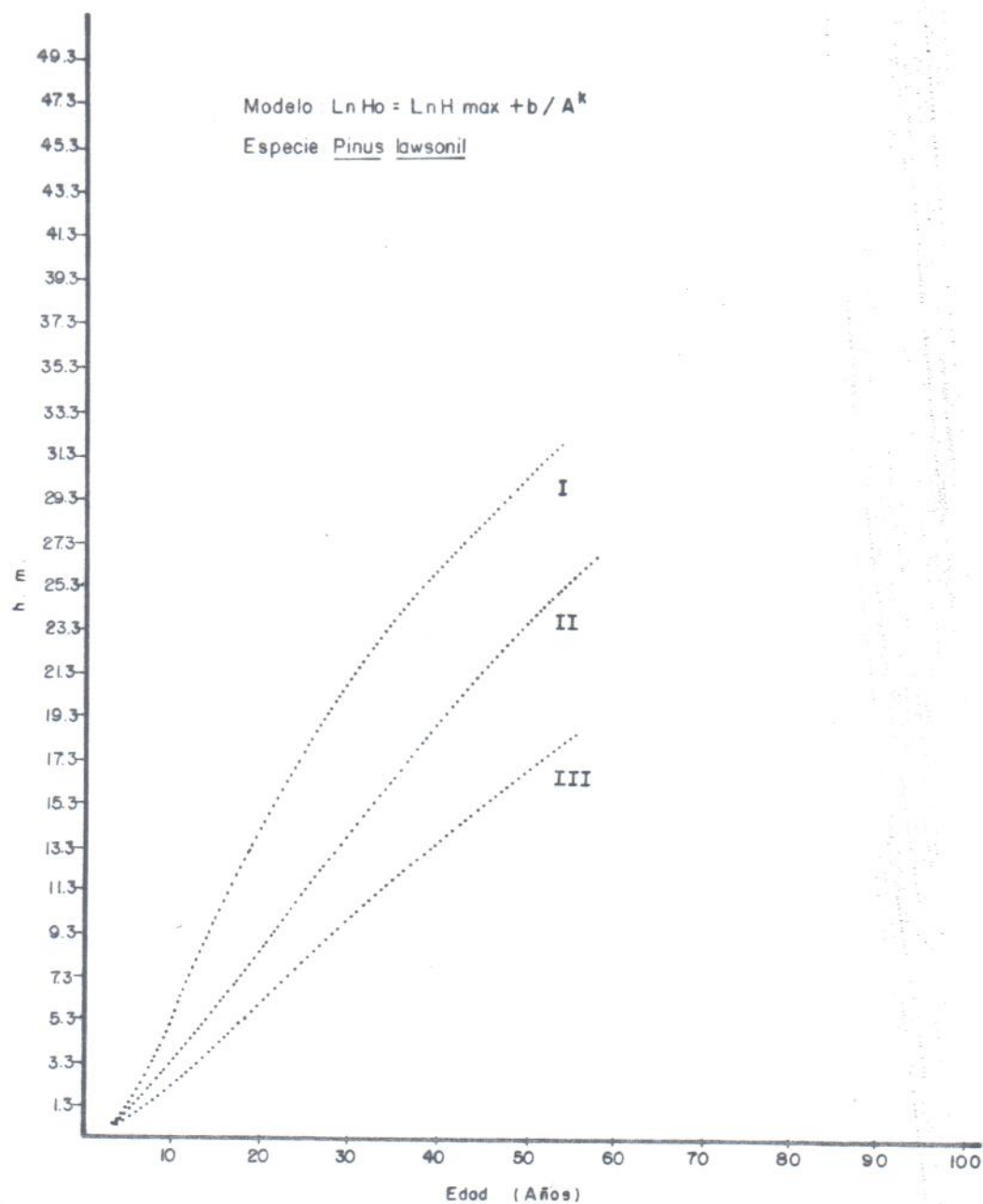


Fig. 19.2. Curvas de crecimiento en altura y modelo matemático que las origina (Aguilar, 1984).

un modelo basado en la ecuación de Shumache+3Xr que ya se presentó en el capítulo de Pinus douglasiana, éste mismo autor obtuvo una tabla de características epidométricas por calidad de estación (cuadro 19.1).

CUADRO 19.1 Tabla con las características epidométricas por calidad de estación

Pinus lawsonii

EDAD AÑOS	D.N. c.c. cm.	D.N. s.c. cm.	ALTURA mt	VOLUMEN M ³	I.C.A. M ³	I.M.A. M ³	IND. LOC. 50 MT.	EDAD A 1.3 mt AÑOS	EDAD 1° ACLAREO AÑOS	EDAD 2° ACLAREO AÑOS	TURNO TECNICO	TURNO ABSOLUTO AÑOS
54	48	46	31	2.421	0.070	0.043	30	5	11	13	48*	65
58	39	37	24	1.264	0.035	0.016	24	6	18	29	53*	69
60	36	33	21	0.880	0.020	0.007	17	7	20	66	69**	83

* 45 cm. D.A.P.

** 40 cm. D.A.P.

Fuente: Aguilar, 1984.

19.5 BIBLIOGRAFIA CITADA

AGUILAR RAMIREZ, M. 1983. Armonización de curvas de curvas de crecimiento y calidad de estación. En: Primera Reunión Sobre Modelos de Crecimiento de Árboles y Masas Forestales. SARH. SF. INIF. Pub. Esp. 44. pp 169-181.

AGUILAR RAMIREZ, M. 1984. Estudio del crecimiento en Pinus douglasiana y P. lawsonii en la región centro de Michoacán. UMSNH. Facultad de Agrobiología, Uruapan, Mich. 82 p.

CIBRIAN TOVAR, D., BERNARD, H. E., HARDY, O. Y. y MENDEZ MONTIEL, J. T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México/U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 109 p.

- EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques, tomos I y II. 453 p.
- LOPEZ EQUIHUA, H. A. 1984. Toma de datos, elección de modelos de regresión y pruebas de residuales para elaborar tablas de volúmen. Tesis de Ing. Agr. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 77 p.
- PATÍÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna Vol. 10(4):20-30.

CAPITULO 20

Pinus tenuifolia

20.1 INTRODUCCION

Este pino pertenece a la sección Pseudostrobus de la clasificación de Martínez (1948), es un árbol de 15 a 20 m de altura, copa redondeada; hojas en grupos de cinco, de 20 a 28 cm de largo, delgadas, flexibles y colgantes, de color verde claro, conos oblongos o largamente ovoides, asimétricos, de unos 7.5 cm de largo, color moreno-rojizo, caedizos, se encuentran en grupos de cuatro o cinco sobre pedúnculos de unos 15 mm; se distribuye en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur y serranías chiapanecas cruzando hasta Guatemala, su rango altitudinal es de 1 500 a 2 500 m snm.; es una especie maderable que se utiliza en aserrío, pulpa, postes, durmientes, pilotes y tableros de partículas, tiene buenos incrementos y produce buena calidad de resina (Eguiluz, 1978).

20.2 MARCO ECOLOGICO

20.2.1 Clima

Se distribuye en climas subtropicales con precipitaciones entre 600 y 1 600 mm anuales repartidos entre mayo y agosto. La temperatura media anual varía de 17 a 22 C, con extremas

de 40 y -10 C sin nevadas y pocas heladas.

20.2.2 Suelo

Prefiere suelos profundos de 1.5 a 2.0 m, húmedos, amarillo-rojizos o naranja, migajón arcillo-limoso y arenolimoso, de excelente drenaje con capa de humus de 15 a 35 cm de espesor, con pH de 5.5 a 6.5.

20.2.3 Especies asociadas

En las partes bajas se asocia con P. lawsonii, P. pseudostrobus, P. michoacana var. cornuta, P. douglasiana, P. oocarpa y P. strobus chiapensis; conforme aumenta la altura se mezcla con P. montezumae, P. leiophylla, P. ayacahuite, P. patula var. longepedunculata y Abies hickelii, además de Quercus y Juniperus.

20.3 REGENERACION NATURAL

20.3.1 Fenología y desarrollo inicial

Fenología y germinación

La floración es entre marzo y abril, los conos abren de diciembre a enero y ésta es también la época de dispersión de la semilla, cada Kg tiene en promedio 46 984 semillas y el porcentaje de germinación obtenido por Patiño (1973) fué de 60%.

20.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Piña y Muñiz (1981) reportan que éste pino es atacado por el descortezador Ips mexicanus y Cibrián (1988) reporta que también es atacado por Dendroctonus adjunctus.

20.5 BIBLIOGRAFIA CITADA

CIBRIAN TOVAR, D. 1988. Comunicación personal.

EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Departamento de Bosques Tomos I y II. 453 p.

MARTINEZ, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2a. ed., Ed. Botas. México, D.F. 250 p.

PATIÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna Vol. 10(4):20-30.

PIÑA LUJAN, I. y R. MUÑIZ VELEZ. 1981. Los escolítidos como plagas forestales. Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. Monografía III, México, D.F. 117 p.

CAPITULO 21

Pinus pringlei Shaw

21.1 INTRODUCCION

Esta especie pertenece a la sección de los serotinos, es un árbol de 15 a 25 m de alto, fuste limpio hasta 18 m, copa densa y redonda, hojas en grupos de 3, a veces de 4, de 15 a 28 cm de largo, color verde claro y brillantes, conos oblongos u ovoides de 5.5 a 8.5 cm de longitud, de color ocre o amarillento. Se distribuye principalmente en la Sierra Madre del Sur y un poco en la Cordillera Neovolcánica. Tiene regulares incrementos, pero su conformación, que es de poco fuste limpio no es muy aceptable ((Eguiluz, 1978).

21.2 MARCO ECOLOGICO

21.2.1 Clima

Su rango altitudinal va de 1 500 a 2 500 m snm., con precipitación de 600 a 1 700 mm anuales, temperatura media de 16.7°C con extremas de 40°C y -4°C, las heladas van de 0 a 76 sin pasar en general de 20, esto corresponde a un clima subtropical.

21.2.2 Suelo

Se presenta en lomeríos, laderas y cañadas con exposición cenital, suelos arcillo-arenosos, pobres, casi neutros y poco profundos, aunque en valles pueden tener hasta 1.5 m de profundidad.

21.2.3 Especies asociadas

Forma masas puras poco densas, pero también se asocia con P. douglasiana, P. lawsonii, P. oocarpa, Pinus michoacana var. cornuta; en partes altas se asocia con P. pseudostrobus, P. montezumae, Quercus sp. Clethra sp. Arbutus y Juniperus.

21.3 LITERATURA CITADA

EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 621 p.

CAPITULO 22

Pinus greggii

22.1 INTRODUCCION

Arbol de 10 a 15 m de alto, hojas en grupos de 3, de 7 a 14 cm de largo, de color verde claro brillante, conos fuertes y persistentes, sésiles, oblongo-cónicos y agrupados, de 8 a 12 cm de largo; su aspecto es parecido al de P. patula. Se distribuye en la Sierra Madre Oriental. Su rusticidad, su rápido crecimiento y su precocidad en la floración, la hacen atractiva para realizar programas de mejoramiento genético. (Eguiluz, 1978); es una especie muy adaptable que ha sido introducida en Sudáfrica, en donde ha dado buenos resultados (Plancarte, 1988).

22.2 MARCO ECOLOGICO

22.2.1 Clima

22.2.2 Suelo

Suelos delgados de textura migajón areno arcillosa, pedregosos, café rojizos y calizos, pobres en materia orgánica, pH neutros.

22.2.3 Especies Asociadas

En buena calidad de estación forma masas puras de varias decenas de ha, frecuente laderas y cañadas semiexpuestas, cuando se asocia lo hace con P. patula, P. teocote, P. cembroides, P. arizonica, Pseudotsuga sp. y Juniperus. También puede presentarse con P. pseudostrobus var. apulcensis, Liquidambar styraciflua, Platanus sp. Cupressus sp. y Quercus.

22.3 REGENERACION NATURAL

22.3.1 Fenología

Florea de febrero a marzo, los conos abren de enero a febrero aunque también en otras épocas, se han determinado -- 8 398 conos/m³, 77 738 semillas/Kg con altos porcentajes de viabilidad.

22.3.2 Producción de semilla

Plancarte (1988) evaluó la producción de semilla de dos procedencias de ésta especie (Jacala y Molango Hgo.) obteniendo los siguientes resultados: El número de semillas por cono para la procedencia de Molango fué de 98.4, el número de semillas por Kg fué de 81 633 con un 89 % de germinación. La procedencia de Jacala obtuvo 124 semillas por cono con un rendimiento de 69 444/Kg y un 85 % de germinación; los conos de ésta última procedencia son un poco más grandes (11.4 cm)

que los de Molango (9.9cm) y producen mayor número de semillas

El porcentaje de germinación reportado por Patiño et al (1983) es de 82 %.

22.4 BIBLIOGRAFIA CITADA

EGUILUZ PIEDRA, T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis de Ing. Agr. esp. en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques. Chapingo, Méx., 621 p.

PATIÑO VALERA, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. Bosques y Fauna 10(4):20-30.

PLANCARTE BARRERA, A. 1988. Rendimiento de semilla de dos procedencias de rodales naturales de Pinus greggii Engelm. Centro de Genética Forestal. Nota técnica No. 2. 4 p.

Cupressus

23.1 INTRODUCCION

En México éste género comprende seis especies y dos - formas (Martínez, 1953) pero en la Región Central solo se encuentran C. lindleyi Klotsch y C. benthami Endl., ésta última especie tiene una distribución restringida en los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz.

Los bosques de cedro blanco que es su nombre común, no son extensos sino más bien manchones que se presentan en los límites de la distribución de bosques de Abies, Pinus y Quercus; su distribución altitudinal es de 1 800 a 300 m snm. Los árboles alcanzan de 20 a 35 m de altura, de hojas siempre verdes escamiformes, conos globosos de 10 a 20 mm, con las escamas peltadas que abren al madurar, las semillas que son numerosas son aplanadas y con ala rudimentaria. Cupressus lindleyi es utilizado en plantaciones urbanas y para protección de cuencas, su madera es resistente, de color casi blanco, textura fina, grano recto y veteado suave. Huerta (1963) describió los anillos de crecimiento como no bien definidos y encontró de 2 a 3 anillos/cm en C. lindleyi y 5 anillos/cm en C. benthami.

23.2. MARCO ECOLOGICO

De climas templados y fríos, se les encuentra en cañadas sobre suelos profundos, frecuentemente en estrecho contacto

con bosques de Abies en situaciones de menor humedad (Rzedowski, 1983). Su rango altitudinal es entre 2 000 y 3 200 m snm (Martínez, 1953).

23.3. REGENERACION

23.3.1 Germinación y sobrevivencia

Martínez (1953) describe a las semillas como numerosas de 50 a 125 por fruto, de 3 a 7 mm, el fruto es una gálbula que madura a los dos años; en el Valle de México éste autor obtuvo la germinación a los 35 días y las plántulas presentan 3 hojas cotiledonares.

Por otro lado Sánchez y Pedraza (1984), recolectaron semilla de árboles adultos en Tepeyahualco, Méx. del 17 al 25 de noviembre de 1980 y determinaron las siguientes características para semilla de C. lindleyi:

Semillas vanas	_____	88.7 %
No. de semillas/Kg	_____	250 000
Semillas viables/Kg	_____	34 375
Germinación	_____	11.25 %

Estos autores estudiaron el desarrollo inicial en vivero de ésta y otras especies y recomiendan sembrarla en enero y trasplantar en febrero, debido a que se obtuvo mayor desarrollo; aunque, no tuvieron diferencia significativa con el tratamiento de siembra en enero y transplante en marzo.

Esta especie ha sido ampliamente utilizada en programas de reforestación en la cuenca oriental del Valle de México, donde ha demostrado su adaptación y buen desarrollo.

Sánchez y Pedraza (1984) concluyen que en condiciones de vivero C. lindleyi es la especie de mas lento crecimiento en comparación con Eucalyptus globulus, Casuarina equisetifolia y Acacia retinoides.

23.4 PLAGAS Y EFECTO DE CONTAMINACION

C. lindleyi y C. benthami son atacados por los descortezadores Phloesinus baumanni Hopkins y P. tacubayae (Piña y Muñoz, 1981). Por otro lado Bernal (1964), estudió la duración del ciclo biológico de P. baumanni y encontró que en condiciones de campo hubo un promedio de 60 días, desde la entrada de los padres hasta la salida de los hijos, que las generaciones se suceden continuamente y no hay un período de invernación. Esta autora afirma que es una plaga secundaria por atacar solo árboles debilitados por otras causas. El daño es identificado debido a que los árboles plagados tienen ramas y hojas secas quebradizas, hay escurrimiento de resina en tronco y ramas y se observan los orificios de entrada y salida de los insectos.

Barrón (1989) analizó los daños observables en Cupressus y Pinus en diferentes puntos de la ciudad de México y al mismo tiempo estudió a través del año y en 5 delegaciones el

grado de contaminación del aire, las conclusiones de nuestro interés son las siguientes:

- a) El 42.9 % de los árboles de Cupressus presentaron follaje muerto en un rango de 26 a 50 %.
- b) El 14.3 % presentó coloración amarillenta en el follaje.
- c) El 92.9 % presentó daños mecánicos.
- d) El 44.65 % tuvieron un porcentaje de copa viva entre 76 y 100 %.

23.5 LITERATURA CITADA

- BARRON FERNANDEZ, M. del R. 1989. Análisis de la contaminación del aire y su efecto en Cupressus y Pinus en la ciudad de México. Tesis de Ing. Agr. Esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx., 90 p.
- BERNAL REDONDO, R.M. 1964. Biología del descortezador (Phloeosinus baumanni Hopk.) del cedro blanco en el Valle de México. SAG. SRF e INIF. Bol. Téc. No. 14, 16 p.
- HUERTA CRESPO, J. 1963. Anatomía de la madera de 12 especies de coníferas mexicanas. SARH. SRF e INIF. Bol. Téc. No. 8, 51 p.
- MARTINEZ, M. 1953. Las pinaceas mexicanas. Ed. Herrero. México, D.F. 320 p.
- PIÑA LUJAN, I. y R. MUÑIZ VELEZ. 1981. Los escolítidos como plagas forestales. Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. Monografía III. México, D.F. 117 p.
- RZEDOWSKI, J. 1983. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 431 p.
- SANCHEZ BAEZ, J.L. y L. PEDRAZA CERON. 1984. Técnicas de producción en vivero para: Cupressus lindleyi Klotsch, Eucalyptus globulus Labill, Casuarina equisetifolia Forst y Acacia retinoides Schl. en Chapingo, Méx., Tesis de Ing. Agr. Esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. 91 p.

CAPITULO 24

Juniperus

25.1 INTRODUCCION

Este género tiene en nuestro país 13 especies, 6 variedades y 3 formas, su nombre común es táscale, enebro o sabino (Martínez, 1953); en la región central solo se encuentran: J. flaccida, J. deppeana y J. monticola. Son árboles o arbustos siempre verdes de 4 a 15 m de altura, aunque también hay rastreros de 0.5 m de altura; son especies dioicas con hojas escamiformes, el fruto es una baya azulosa de 5 a 17 mm de diámetro que no se abre al madurar, es resinoso de color oscuro violáceo. El rango altitudinal de las especies es : J. flaccida de 1 600 a 2 000 m snm, J. deppeana

de 2 000 a 2 800 m y J. monticola de 2 800 a 4 000 m snm, su madera es blanca , dura y compacta que se emplea a nivel local por su reducido fuste; los bosques de éste género son de espesura abierta y se encuentran frecuentemente perturbados por la tala, incendios y pastoreo.

25.2 MARCO ECOLOGICO

25.2.1 Climas

Prosperan en climas templado fríos, semihúmedos y semiáridos.

25.2.2 Suelos

Prosperan en diversos suelos , pero preferentemente calizos con yeso y drenaje deficiente, suelos superficiales y pedregosos en laderas, en lugares abiertos y expuestos al viento y al sol.

25.2.3 Especies asociadas

La especie mas extendida es J. flaccida que forma bosques abiertos en una faja transicional entre el bosque de Quercus y de Pinus por un lado y pastizal, matorral xerófilo o bosque tropical caducifolio por el otro (Rzedowski, 1983).

La composición florística de esos bosques es variable, con estrato arbustivo y herbáceo bien desarrollado.

25.3 SUCESION

Rzedowski, (1983) opina que estos bosques posiblemente sean fases de sucesión secundaria cuyo climax corresponde a pinar o encinar; J. monticola forma densos matorrales que constituyen aparentemente una comunidad sucesional conducente al establecimiento de Abies religiosa.

25.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Juniperus es infestado por muérdagos del género Phoradendron y por hongos del género Gymnosporangium que con las

primeras lluvias forman conspicuas masas gelatinosas de color anaranjado (Rzedowski, 1983).

25.5 LITERATURA CITADA

MARTINEZ, M. 1953. Las pinaceas mexicanas. Herrero. México, 320 p.

RZEDOWSKI, J. 1983. Vegetación de México. Limusa. México, 431 p.

SANCHEZ SANCHEZ, O. 1984. La flora del Valle de México, Herrero, S.A., México, 519 p.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 25.1 se presenta un resumen de los estudios ecológico-silvícolas sobre las coníferas de la Región Central a que se hace referencia en el presente trabajo; consideremos además un guión general con todos los aspectos (fisiológicos, ecológicos y silvícolas) que deben conocerse por cada una de las especies, tal como el que aparece a continuación:

INDICE GENERAL DE ASPECTOS ECOLOGICO-SILVICOLAS

1. ECOFISIOLOGIA DEL CRECIMIENTO DE ARBOLES
2. MARCO ECOLOGICO.
 - 2.1. Area de distribución (Determinar zonas de óptimo crecimiento, a nivel de especies y bosques mezclados, elaboración de mapas de distribución altitudinal y longitudinal).
 - 2.2. Climas, suelos, fisiografía.
 - 2.3. Sucesión (clímax, subclimax y serales)
 - 2.4. Tolerancia relativa.
3. REGENERACION NATURAL.
 - 3.1. Fenología (Desarrollo de yemas, flores, frutos y semillas y su periodicidad).
 - 3.2. Producción de conos y semillas.
 - 3.3. Plagas de yemas, conos y semillas
 - 3.4. Dispersión de semillas.
 - 3.5. Depredación de conos y semillas (Mesofauna).
 - 3.6. Viabilidad y germinación (latencia y su rompimiento, determinar temperaturas y % de humedad óptimos para germinación, camas de germinación preferidas por las especies.
 - 3.7. Sobrevivencia en campo (los primeros 3-5 años sin preparación del sitio). (Efecto en sobrevivencia de

diversos agentes destructivos; incendios, pastoreo, competencia con malezas, hongos, depredadores, sequía, heladas, insolación).

4. CORTAS DE REGENERACION.
Exploración de modalidades de los métodos de regeneración.
5. PREPARACION DEL SITIO.
(Efecto de condiciones variadas: apertura de dosel escarificación, remoción, quemas en diversas intensidades y técnicas, remoción de residuos de aprovechamiento, cercado, apertura de brechas).
6. ESTRUCTURA.
(Estructuras actuales y deseadas, determinación de densidades y las formas de control).
7. CALIDAD DE SITIO.
(Métodos directos e indirectos).
8. CRECIMIENTO.
(Tasas de crecimiento ICA, IMA, AB, D, A, V, Dq anuales totales).
 - 8.1. Determinación de turnos y/o dimensiones de explotación
 - 8.2. Tablas de volumen
 - 8.3. Tablas de producción
 - 8.4. Tablas de rendimiento
 - 8.5. Modelos de crecimiento
9. DESARROLLO DE RODALES.
(Definición de sistemas de manejo: Regular e irregular).
 - 9.1. Tratamientos intermedios (rodales coetáneos principalmente).
 - 9.1.1. Preaclareos y aclareos
 - 9.1.2. Cortas de saneamiento y recuperación
 - 9.1.3. Cortas de liberación
 - 9.1.4. Cortas de mejoramiento
 - 9.1.5. Quemas prescritas
 - 9.1.6. Podas.
10. PLAGAS, ENFERMEDADES Y OTROS AGENTES DESTRUCTIVOS
11. MEJORAMIENTO GENETICO
12. USOS COMBINADOS (Alternativas de manejo de uso múltiple)

Cuadro 25.1. Resumen de los estudios ecológico-silvícolas realizados en coníferas de la Región Central.

	A B I E S R E L I G I O S A	P I N U S M O N T E Z U M A E	P. P A T U L A	P. H A R T W E G I I	P. P S E U D O S T R O B U S	P. M I C H O A C A N A	P. C E M B R O I D E S	P. O C A R P A	P. H E R R E R A E	P. D O U G L A S I A N A	P. A Y A C A H U I T E	P. L E I O P H Y L L A	P. T E O C O T E	P. R U D I S	P. L A W S O N I I	P. T E N U I F O L I A	P. P R I N G L E I	P. G R E G I I	C U P R E S S U S L I N D L E	C. B E N T H A M I	J U N I P E R U S D E P P E A	J. F L A C C I D A	J. M O N T I C O L A	
SUCESION	2		1				2																	
FENOLOGIA	1	3	1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1		1	1		1						
PROD. CONOS Y SEMILLAS		2	1	1			5			1	1							1						
PLAGAS CONOS Y SEMILLAS	1	2	1	1	1	1	3	1		1		1	1	1	1									
DISPERSION DE SEMILLAS		1					1	1					1											
DEPREDAION CONOS Y SEMI.		1					2																	
GERMINACION	1	2	1	3		2	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1		1	1					
SUPERVIVENCIA	1	2	2	2		1		2				1							1					
CORTAS DE REGENERACION	1	1		1		1			1															
PREPARACION DEL SITIO	1	2	2	2				1																
TRATAMIENTOS INTERMEDIOS																								
CONTROL DE LA DENSIDAD		1	2	2	1	1	2		1	2														
PODAS		1				2																		
CALIDAD DE ESTACION	1	1	3	1		1		1		2					1									
ESTRUCTURA	3																							
TABLAS DE VOLUMEN	1	1	2	1		1				1	1		1		1									
ICA E IMA**	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1					1									
TABLAS DE RENDIMIENTO		1		2																				
MODELOS DE CRECIMIENTO			1				1			1					1									
DIAGRAMAS DE DENSIDAD*			2	1																				
PLAGAS Y ENFERMEDADES	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1			3		1	1		
MEJORAMIENTO GENETICO		1		1	2			1			2													
USOS COMBINADOS				1																				
TOTAL ESTUDIOS/ESPECIE	16	26	22	26	7	14	24	13	7	12	8	5	6	3	7	3	0	3	5	0	1	1	0	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA	13	28	18	28	16	10	23	12	7	11	8	6	8	4	6	5	1	3						

* ESTOS ESTUDIOS ESTAN COMPRENDIDOS DENTRO DE CONTROL DE DENSIDAD

** ESTOS ESTAN COMPRENDIDOS DENTRO DE TABLAS DE RENDIMIENTO O BIEN SON ESTUDIOS AISLADOS DE ARBOLES INDIVIDUALES O RODA

Analizando el Cuadro 25.1 y el guión anterior se pueden observar varios campos del conocimiento que requieren la atención de los investigadores, como son los casos de la ecofisiología y de las etapas críticas del establecimiento de la regeneración, desde la formación de yemas florales hasta su logro como semillas y de éstas hasta el establecimiento de los brinzales, al menos hasta el inicio de su consistencia leñosa; estos estudios deben hacerse tanto en condiciones naturales como con diversos tratamientos al suelo.

Otro punto que se destaca es la ausencia de estudios sobre las estructuras actuales de las masas forestales y propuestas o proyecciones de estructuras deseadas a futuro.

Por otro lado se nota la falta de estudios sobre la aplicación de las diversas modalidades de los métodos de regeneración como las cortas en fajas, arboles en grupos y las diversas fases de las Cortas Sucesivas.

Aún se sigue observando la ausencia de estudios sobre la tolerancia relativa de las especies de coníferas y el efecto de la edad sobre esa característica.

Cabe hacer notar que algunos de los estudios de crecimiento que se presentan consideran a uno o dos arboles, lo cual resulta estadísticamente insuficiente para generalizar los resultados a los bosques de la especie en la región.

Por otro lado los estudios sobre calidad de sitio, además de escasos se refieren en su mayoría al índice de

sitio y muy raras veces se relacionan con los factores del suelo y el ambiente.

Los diagramas de manejo de la densidad son todavía muy escasos y se concentran en solo dos especies.

CONCLUSIONES

1. Los estudios ecológico-silvícolas de las coníferas de la Región Central, son todavía escasos y fragmentarios para las necesidades de manejo silvícolas.
2. Las especies más estudiadas han sido: Pinus hartwegii, P. montezumae, P. patula y P. cembroides.
3. Las especies medianamente estudiadas han sido: Abies religiosa, Pinus herrerae, P. michoacana, P. oocarpa, P. douglasiana y P. psedostrobus.
4. Las especies menos estudiadas son: Pinus ayacahuite, P. lawsonni, P. teocote, P. leiophylla, P. rudis, P. tenuifolia, P. strobus var. chiapensis, P. gegii, P. pringley y los géneros Cupressus, Juniperus y Taxodium.
5. Son particularmente escasos los estudios en aspectos de: sucesión, dispersión de semillas, depredación de conos y semillas, cortas de regeneración, preparación del sitio, podas, estructura de rodales, tablas de rendimiento, modelos de crecimiento, diagramas de densidad, mejoramiento genético y usos combinados.
6. Los estudios que se refieren al control de la densidad son en su mayoría dirigidos a determinación de niveles de densidad y muy escasamente a aclareos y a la evaluación de sus efectos en las variables dasométricas y en el crecimiento.
7. Los estudios de sobrevivencia en condiciones de campo, son

- también escasos, pues de los 12 que se reportan en este trabajo, cinco fueron realizados en condiciones de vivero.
8. Cinco de los once estudios de calidad de sitio, se concentran en sólo dos especies: P. patula y P. douglasiana, por lo cual también se pueden considerar escasos para el resto de las coníferas de la Región Central.
 9. Los diagramas de densidad son aún más escasos, pues de los tres que se reportan, dos corresponden a Pinus patula; lo mismo puede decirse de las tres tablas de rendimiento, pues dos fueron hechas para Pinus hartwegii.
 10. Son prácticamente nulos los trabajos sobre ecofisiología del crecimiento de árboles: (fotosíntesis, respiración, translocación, transpiración).
 11. Los trabajos de preparación del sitio, como quemas prescritas y otras aún no se consideran como parte de los tratamientos intermedios que se deben dar a los bosques bajo manejo.
 12. Se requiere aplicar criterios más finos para separar tipos de bosques dentro de las regiones, como especies, climax y subclimax en gradientes de altitud, precipitación y temperatura, esto debido a que son más frecuentes los bosques mezclados de especies de pino y de pino con encino.
 13. Sigue siendo lento el proceso de publicación de resultados de investigación silvícola y de algunos de ellos no se tienen planes de publicación.