

Documento Técnico

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México

i

***Pinus douglasiana* Martínez en Jalisco, México.**

INDICE

	Página
1.- INTRODUCCION	1
1.1.-Objetivos	2
1.2.- Posición taxonómica (relación con otros pinos)	2
2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA	2
2.1.- Distribución en México	2
2.2.- Distribución en el Estado de Jalisco	3
3.- DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE	3
3.1.- Nombre científico	3
3.2.- Nombres comunes	3
3.3.- Descripción botánica	3
3.4.- Descripción anatómica	4
3.4.1.- Descripción macroscópica	4
3.4.2.- Descripción microscópica	4
4.- USOS	5
5.- REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	5
5.1.- Sucesión	5
5.2.- Temperatura	6
5.3.- Precipitación	6
5.4.- Altitud	7
5.5.- Suelos	7
5.6.- Especies asociadas	8

6.- SILVICULTURA	9
6.1.- Fenología	9
6.1.1.- Floración	9
6.1.2.- Fructificación	10
6.1.3.- Semillas	10
6.2.- Producción de conos y semillas	10
6.3.- Dispersión de las semillas	10
6.4.- Plagas y enfermedades	10
6.5.- Plantaciones	12
6.6.- Recolección de semillas	13
6.7.- Producción de plantas en vivero	16
6.7.1.- Germinación	16
6.7.2.- Plantación	16
6.8.- Crecimiento e incremento	21
6.9.- Tablas de volúmenes	24
7.- METODOS SILVICOLAS.	25
8.- FACTORES LIMITANTES	26
9.- CONCLUSIONES	27
10.- BIBLIOGRAFIA	29

***Pinus douglasiana* Martínez en Jalisco, México.**

INDICE

	Página
1.- INTRODUCCION	1
1.1.-Objetivos	2
1.2.- Posición taxonómica (relación con otros pinos)	2
2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA	2
2.1.- Distribución en México	2
2.2.- Distribución en el Estado de Jalisco	3
3.- DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE	3
3.1.- Nombre científico	3
3.2.- Nombres comunes	3
3.3.- Descripción botánica	3
3.4.- Descripción anatómica	4
3.4.1.- Descripción macroscópica	4
3.4.2.- Descripción microscópica	4
4.- USOS	5
5.- REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	5
5.1.- Sucesión	5
5.2.- Temperatura	6
5.3.- Precipitación	6
5.4.- Altitud	7
5.5.- Suelos	7
5.6.- Especies asociadas	8

6.- SILVICULTURA	9
6.1.- Fenología	9
6.1.1.- Floración	9
6.1.2.- Fructificación	10
6.1.3.- Semillas	10
6.2.- Producción de conos y semillas	10
6.3.- Dispersión de las semillas	10
6.4.- Plagas y enfermedades	10
6.5.- Plantaciones	12
6.6.- Recolección de semillas	13
6.7.- Producción de plantas en vivero	16
6.7.1.- Germinación	16
6.7.2.- Plantación	16
6.8.- Crecimiento e incremento	21
6.9.- Tablas de volúmenes	24
7.- METODOS SILVICOLAS.	25
8.- FACTORES LIMITANTES	26
9.- CONCLUSIONES	27
10.- BIBLIOGRAFIA	29

1.- INTRODUCCION

La vegetación de Jalisco presenta marcados contrastes y amplia diversidad, que comprende desde los bosques hasta el palmar, la selva mediana, selva baja, matorrales, praderas, manglar, etc. Se ha estimado que es más de 7,000 especies de plantas fanerógamas silvestres esta riqueza florística (Rzedowski, 1991). En 1993, dentro del Plan Estatal de Protección al Ambiente, se dieron a conocer, sólo algunas de las especies de interés económico actual o potencial, que suman 125 clasificadas de la siguiente manera:

- Frutos silvestres comestibles (32)
- Maderables (31)
- Medicinales (5)
- Melíferas (37)
- Leña y carbón (8)
- Ornamentales (12)

De formaciones vegetales más características de las montañas de Jalisco, sobresalen los bosques de Pino – encino, habiéndose registrado para el género *Quercus* 42 especies, las cuales representan aproximadamente la cuarta parte del total de especies para México. La gran variación ambiental de Jalisco y de México, ha contribuido a la diversificación genética del género *Pinus*, situación que lo hace uno de los países más importantes del mundo, por el número de especies.

México, es el “ crisol del género *Pinus* ” ya que en un área relativamente pequeña, se encuentran varias especies, en las cuales se observa una variabilidad morfológica muy marcada, lo que permite afirmar la presencia de muchos complejos de especies, cuya evolución esta lejos de haber terminado ” (Zobel, 1965; citado por Bermejo, 1982, V., y Patiño, V. 1982).

El conocimiento de los recursos naturales, es fundamental para comprender la riqueza que representan y establecer las bases para su utilización más racional.

Pinus douglasiana, se considera una de las coníferas más promisorias para plantaciones comerciales tanto en Jalisco como en Michoacán (García, 1996).

Debido a que es necesario asegurar el éxito de los programas de reforestación, obtener mayores rendimientos por unidad de superficie y garantizar la fuente de materias primas para las industrias derivadas de la silvicultura mediante el establecimiento de plantaciones comerciales, se deben contar con investigaciones orientadas a garantizar las inversiones efectuadas o las que en el futuro puedan llevarse a cabo.

En el presente trabajo, se pretende dar a conocer lo más relevante de la especie *Pinus douglasiana* Martínez, con la incorporación de algunas experiencias originadas en el sur de Jalisco y en la zona centro del Estado de Michoacán (Sierra Purépecha), donde se han determinado varias de sus características deseables desde el punto de vista biológico y para la industria.

1.1.- OBJETIVOS

- Proporcionar información que contribuya a conocer mejor esta especie, para llevar a cabo su mejor utilización y conservación.
- Impulsar los estudios de esta especie, así como dar a conocer algunas experiencias de manejo silvícola y de reforestación en las áreas de mayor distribución natural.

1.2- POSICION TAXONOMICA

Martínez, 1948, lo incluye en la Sección *Pseudostrobus*, por que presenta afinidades con las especies de este grupo (*P. maximinoi*), y los diferentes taxa de *P. pseudostrobus* inclusive en su tipo de resina.

2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA

2.1.- DISTRIBUCION EN MEXICO. Esta especie está confinada a las zonas subtropicales y templado cálidas del oeste y centro de México, en la Sierra Madre Occidental, prolonga su distribución por la vertiente del Océano Pacífico a través de la Sierra Madre del Sur y Sierra Madre de Chiapas. Se ubica entre los paralelos 16° 30' a 28° 10' de latitud Norte y meridianos de 96° 40' a 108° 05' de longitud Oeste de Greenwich. Se ha registrado en los estados de: Durango, Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Colima, México, Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Martínez, 1948, Eguiluz, 1978).

2.2.- DISTRIBUCION EN EL ESTADO DE JALISCO. *Pinus douglasiana* se encuentra ampliamente distribuida en la entidad, McVaugh (1992):

MANUEL M. DIEGUEZ, QUITUPAN, JILOTLAN DE LOS DOLORES, TAMAZULA DE GORDIANO, ZAPOTITLAN, TONILA, LA MANZANILLA, PIHUAMO, TECOLOTLAN, TEQUILA, AMECA, CUAUTLA, CONCEPCION DE BUENOS AIRES, ATENGO, MASCOTA (“ El Arenal” entre Mascota y San Sebastián Sierra de Juanacatlán , La Laguna, La Lobera y Jalapilla), TALPA (Sierra del Cuale SW de TALPA), ATENGUILLO (Sierra de MANANTLAN), CUATITLAN (Cerro el Pinacate, N. De San Miguel), SAN MARTIN HIDALGO (Cerro Ahuehuetón), TLAJOMULCO (Cerro Viejo), Chiquilistlán (Mesa del pastor), TAPALPA (Entre Juanacatlán y Lagunillas; Cerro de las Cruces 9 km al W. De TAPALPA a 2400 m.), VALLE DE JUAREZ (CERRO El Tigre, 9 km. de V. De Juárez, 2390 m.), MAZAMITLA (Puente del pino 15 km. SE de MAZAMITLA, 2250 m), GOMEZ FARIAS , TECALITLAN (SIERRA DEL HALO; 64 km. de C. Guzmán), VENUSTIANO CARRANZA (Predio Salsipuedes), CABO CORRIENTES (EL TUITO), CIUDAD GUZMAN, ATOYAC, MIXTLAN y GUACHINANGO .

3.- DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE

3.1.- NOMBRE CIENTIFICO.- *Pinus douglasiana*_ Martínez.

3.2.- NOMBRES COMUNES.- Pino avellano, pino hayarín (Jal.), pino canis, pino blanco, pino amarillo (Mich.), pinabete (Nay.), pino real (Sin.), pino (Oax.) Eguiluz, (1978).

3.3.- DESCRIPCION BOTANICA

Arbol de 20 – 40 m de altura, copa redondeada y densa. Corteza algo áspera, rojiza y escamosa, dividida en placas irregulares. Ramas extendidas, agrupadas en la parte superior del tronco. Ramillas morenas con tinte rojizo y muy ásperas, debido a la persistencia de la base de las brácteas que se descaman fácilmente.

Las hojas en grupos de cinco, triangulares, de 25 cm de largo, color verde claro algo amarillento bordes finamente aserrados, brillantes. Vainas persistentes de 20 a 30 mm, de color castaño rojizo al principio y castaño oscuro después, las yemas son cónicas de color anaranjado rojizo.

Conos largamente ovoides, algo asimétricos, reflejados, ligeramente encorvados, atenuados hacia el ápice, de color moreno rojizo, opacos, caedizos, de 7.5 a 10.5 cm; pedúnculos de unos 12 mm, oblicuos y unidos al cono cuando se desprende.

Escamas de 20 a 30 mm de largo por 15 de ancho, de ápice irregular, obtuso o redondeado, quilla transversal patente, apófisis irregular, subpiramidal, algo levantada; cúspide aplanada o muy poco saliente, con espina pronto caediza.

3.4. DESCRIPCION ANATOMICA

3.4.1.- DESCRIPCION MACROSCOPICA .- Madera de color blanquecino, sin diferencia entre albura y duramen, sin olor característico, suave, de textura fina y peso ligero. La zona de transición entre la madera de primavera, verano es abrupta; con bandas angostas de la madera de verano y de color café pálido. Los canales resiníferos no son visibles a simple vista en la parte exterior del anillo de crecimientos, son abundantes.

3.4.2.- DESCRIPCION MICROSCOPICA.- Las traqueidas presentan diámetro de 20 a 60 micras, con promedio de 37. Las puntuaciones areoladas se encuentran en las paredes radiales de las traqueidas, en una hilera longitudinal y ocasionalmente en pares consecutivos. En esta misma sección se encuentran puntuaciones pinoides y fenestradas. Los rayos leñosos son de dos tipos: Uniseriados que son los más abundantes y fusiformes, con un canal resinífero transversal.

La altura total es variable, de 75 a 360 micras, con un promedio de 193 y formados por 2 a 16 células. El número de puntuaciones promedio en el entrecruzamiento de los radios es de 2 en la madera de primavera y el mayor número por fila horizontal es 4.

Canales resiníferos .- Con epitelio de pared delgada, en número de 0.3 mm a 2, diámetro variable de 98 a 150 micras, con 105 como promedio.

En cuanto al secado, Echenique y Díaz (1972), citado por Romero (op. cit.), señala que la madera de *P. douglasiana* seca al aire en tiempo moderado y con poco defecto, aunque la “albura verde”, es susceptible a la pudrición, recomendando para el secado en estufa secuelas de secado rápido. Sin embargo, Gómez (1972), citado por Romero (op. cit.) considera que esta madera es resistente a la pudrición.

Desde el punto de vista de las propiedades tecnológicas, se tienen “índices buenos ” respecto a relaciones peso-volumen, contracciones, flexión estática, dureza Janka y Tenacidad (Echenique y Díaz, op. cit.). En el Instituto de Madera Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, se han realizado los siguientes estudios en *P. douglasiana*:

- Fabricación de tableros aglomerados.
- Pruebas físico-mecánicas de dichos tableros.
- Combinación de astillas para obtener tableros.
- Estudio anatómico.

4.- USOS

P. douglasiana produce buena cantidad de resina. La madera se usa para la construcción de muebles económicos, postes, pilotes, para la construcción, durmientes rústicos, puertas y molduras, ebanistería, polines, fibra para celulosa. Es una madera de preservación y aserrío fácil. Esta especie alcanza su madurez económica a los 30 años, debido a su rápido desarrollo, Mas Porras (1970).

Guridi (1980, citado por Magaña, op. cit.), señala que *P. douglasiana* produce madera de color amarillo rosado, olor y sabor resinosos; no tiene brillo, veteado suave, textura fina e hilo recto. En cuanto a los usos menciona que se le utiliza en las artesanías, plataformas de zapatos, marcos, cuadros, fabricación de bateas, muebles rústicos, columnas y baúles talladas a mano, mueble empalmado, cajas alajeras, servilleteros, botaneros, fondo y tapa de guitarra popular y violines corrientes, mangos de maracas y güiros, muebles de juguetes.

5.- REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

5.1.- SUCESION.- No se cuenta con información que hable específicamente de la especie en cuestión, desde mi punto de vista; en general la dinámica y comportamiento de *Pinus douglasiana* es la misma que han tenido quizás todas las especies de pinos, especialmente, las sometidas a aprovechamientos, los cuales en muchos casos han deteriorado bastante estos recursos. Rzedoski (1981), señala que los bosques de coníferas se encuentran prácticamente desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea; prosperan en regiones de clima semiárido, semihúmedo y francamente húmedo y varios existen sólo en condiciones edáficas especiales. Sí bien algunos parecen representar comunidades secundarias, que se mantienen como tales debido al disturbio causado por el hombre, otros corresponden a la fase clímax y al parecer han existido en México desde hace muchos millones de años.

Este mismo autor hace énfasis de que aunque la mayoría de las especies mexicanas de pinos posee afinidades hacia los climas templados a fríos y semihúmedos y hacia los suelos ácidos, existen notables diferencias entre una especie y otra y algunas que no se ajustan a estas normas prosperan en lugares francamente calientes, en lugares húmedos, en los semiáridos, así como sobre suelos alcalinos.

Por otro lado dentro de las mismas zonas de clima templado y semihúmedo, los pinares no constituyen el único tipo de vegetación prevaleciente, ya que compiten ahí con los bosques de *Abies*, *Juniperus*, *Alnus* y con algunas otras comunidades vegetales. De hecho, la similitud de las exigencias ecológicas de los pinares y de los encinares, ha traído como consecuencia que los dos tipos de vegetación ocupen nichos muy similares, que se desarrollen con frecuencia uno al lado del otro, esto ha originado la formación de intrincados mosaicos y complejas interrelaciones sucesionales y que ha menudo se presenten en forma de bosques mixtos, todo ello dificulta su interpretación y cartografía precisa.

5.2.- TEMPERATURA. Esta especie se encuentra distribuida en las zonas subtropicales y templado cálidas, sin embargo, las temperaturas sobre las cuales prospera mejor varían entre 17 y 23° C, las extremas son de 44° C y de -2° C, sin nevadas pero hasta 7 heladas por año.

Magaña (op. cit.) describe que en la Sierra Purépecha, Michoacán, *P. douglasiana*, prospera mejor en localidades donde los tipos de clima son A (C) (w) y C (w), con la temperatura del mes más caliente de 27.4 ° C; el mes más frío con temperatura de alrededor de 5.4 ° C; la temperatura media anual entre 16.9 y 21.0 ° C, la frecuencia de heladas de 0 a 2 por año.

5.3.- PRECIPITACION.- Las precipitaciones donde se presenta esta especie son variables, generalmente de 700 a los 1600 mm anuales, los cuales están distribuidos de abril a septiembre dependiendo de la zona, aunque la máxima precipitación ocurre en agosto y septiembre.

Para el caso de la Sierra Purépecha, Magaña (op. cit.), las precipitaciones varían de 1,000 a 1,500 mm, el número de días con lluvia por año es de 80 a 100, distribuidos de mayo a octubre, presentándose además la lluvia invernal que generalmente es menor al 5% de la total anual.

5.4.- ALTITUD.- La distribución altitudinal de esta especie es más o menos amplia, de los 1,100 - 2,500 msnm, sin embargo, su mejor desarrollo se encuentra entre 1,700 y 2,400 msnm.

Varona, (1982), indica para *P. douglasiana* la variación altitudinal de 1,500 - 2,400 msnm.

En altitudes de 1,500 a 2,500 msnm, con promedio anual de precipitación es de cerca de 1000 mm (Perry, 1992, citado por Magaña, 1996). Y en Michoacán, en las regiones forestales del centro y suroccidente, en altitudes de 1,480 hasta 2,200 (Madrigal Sánchez, citado por Magaña, op cit).

5.5.- SUELOS.- *P. douglasiana* por lo regular se desarrolla en suelos ricos y bien drenados, de mediana profundidad. Aguilera et al (1974, citado por Eguiluz op. cit.), registran suelos café, rojos y amarillo rojizos; de textura migajón areno-limoso o areno – arcillosos, de 2 m de profundidad o más; drenaje bueno a medio, humus café oscuro, con una capa de 15 a 20 cm de gruesa y pH ácido de 5 a 6.5, con bajos a medios contenidos en K y N, alto en Ca y de bajo a muy bajo en P.

Esta especie tiene la particularidad de encontrarse aparentemente bien adaptada a las zonas conocidas como “ malpaís ” (derrames de lava basáltica recientes), así como a suelos profundos (Madrigal Sánchez, 1982).

La topografía de la Sierra Purépecha es generalmente accidentada, con gran número de montañas y conos cineríticos, por lo que el *P. douglasiana* crece sobre lomeríos y pequeños valles (Magaña, op. cit).

La especie crece exitosamente en una amplia variedad de suelos, preferentemente profundos, textura migajón arenoso o areno migajoso, que es donde muestra su mejor crecimiento, en altitudes de 1,700 a 2,200 msnm. En forma natural también se le encuentra en suelos arcillosos, creciendo mejor que *P. lawsonii* y *P. oocarpa* (Magaña, op cit).

RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

- LATITUD NORTE : 16 ° 30 ´ a 28° 10 ´
- LONGITUD OESTE : 96 ° 40 ´ a 108 ° 05 ´
- ALTITUD : Mínima 1,100 - Máxima 2,500, óptima 2,000 msnm.
- PRECIPITACION ANUAL: Mínima 7,00 Máxima, 1,600, optima 1,150 mm.

- TEMPERATURA ANUAL

- + MINIMA : Extrema -2 ° C

- + MEDIA : 20 ° C

- + MAXIMA : 44 ° C

- SUELOS :

- + ORIGEN : Litosoles , cambisoles y luvisoles.

- + TEXTURA : Migajón arenoso, areno limoso, areno arcilloso .

- + DRENAJE : Bueno .

- + PROFUNDIDAD : Profundos .

- + PH. 5 - 6.5

5.6.- ESPECIES ASOCIADAS.- Aunque en algunas localidades forma masas puras, éstas no son muy extensas, siendo más frecuente encontrarlo asociado con otras especies de *Pinus*: *P. maximinoi* (*P. tenuifolia*), *P. oocarpa*, *P. herrerae*, *P. lawsonii*, *P. michoacana* (*P. devoniana*), *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y *P. leiophylla*; con especies de *Quercus*, *Arbutus*, *Baccharis*, en ocasiones se encuentra en el Bosque mesófilo de montaña, donde se asocia con *Magnolia* aff. *schiedeana*, *Zinowiewia concinna*, *Ardisia revoluta*, *Styrax argenteus* y *Phoebe pachypoda* (Eguiluz, 1978; Cuevas, 1988).

Esta especie posee amplia distribución en la parte W de la Cordillera Neovolcánica, así como en la porción N, de la Sierra de Coalcomán, Michoacán. En ambas cordilleras forma extensos bosques en altitudes aproximadas de 1,400 – 2,250 msnm, aunque con frecuencia se encuentra en asociación con una o más de otras especies de *Pinus*: *P. oocarpa*, *P. lawsonii*, *P. maximinoi*, *P. michoacana*, *P. herrerae*, *P. pringlei*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. leiophylla* y *Quercus* spp. (Madrigal Sánchez, op. cit.).

Campos et al. (1992) mencionan que “ En Oaxaca se encuentran cerca de la mitad de las especies de pinos del país. Las más representativas son: *Pinus ayacauite*, *P. douglasiana*, *P. michoacana*, *P. oaxacana*, *P. oocarpa*, *P. teocote*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P. lawsonii* y *P. pringlei*”.

6.- SILVICULTURA.

6.1. FENOLOGIA. - En los pinos, transcurren entre 16 y 36 meses desde la polinización hasta la maduración completa de los conos, mientras que la fecundación tarda aproximadamente un año a partir de la polinización (Bohart y Koerber, 1972, citados por Varona, op. cit.). *P. douglasiana* es una especie de carácter intolerante, ya que requiere de suficiente luz durante sus etapas juveniles para desarrollarse adecuadamente; este desarrollo se ha visto favorecido mediante la aplicación de regímenes silvícolas coetáneos (Cano y Nevarez, 1979).

Cano y Nevarez (op. cit.) citan para esta especie un ciclo semillero de 4 años, dos de los cuales son regulares, uno malo y otro bueno. En la misma investigación señalan el desarrollo (manejo) que ha tenido esta especie en la Región Sur de Jalisco, en donde por mucho tiempo, los bosques concesionados a la Unidad de Explotación Forestal de Atenquique, se estuvieron interviniendo exclusivamente mediante la aplicación de una silvicultura “selectiva”, la cual en ese tiempo se justificaba, dadas las condiciones de madurez en las masas forestales.

Sin embargo, debido a las condiciones de coetaneidad existentes en la mayor parte de las masas actuales y atendiendo a la biología de la mayoría de las especies de pino, fue a partir de 1974, que comenzó a emplearse un sistema de manejo coetáneo, utilizando para ello el método de árboles padres y la aplicación de cierto número de cortas intermedias durante el ciclo de cultivo.

6.1.1.- FLORACION.- El conocimiento de la disposición de la floración, época de aparición, tiempo de polinización y maduración de los conos y semillas; así como los agentes causales de daños, es importante, para la estructuración de programas silvícolas o de colección y almacenamiento de semillas con fines de utilización en proyectos de reforestación (González, 1990). En *Pinus douglasiana*, los conillos masculinos son terminales, dispuestos en paquetes compactos, con tonalidades violáceas, al principio son rojizas y anaranjadas al liberar el polen.

Los conillos femeninos son moreno violáceos, erguidos, oblongos, subterminales y algo atenuados en ambas extremidades (Martínez, op. cit., citado por González, op. cit.). En el área de Mazamitla, *P. douglasiana* inicia el desarrollo de los estrobilos masculinos a principios de febrero, los conillos femeninos son visibles desde ese mismo período, el polen se libera desde fines de febrero hasta principios de marzo, pero en un solo árbol, una vez iniciada la dispersión del polen, ésta se completa en más o menos 6 días, dependiendo de los vientos, humedad y temperatura, siendo más visible por la tarde (González, op. cit.). La floración ocurre de enero a marzo (Patiño, 1973).

6.1.2.- FRUCTIFICACION.- El período de fructificación en general es de noviembre a diciembre (apertura de los conos), iniciándose la dispersión de semillas en este último mes (Patiño, op. cit.).

6.1.3.- SEMILLAS.- Son casi ovoides, de unos 5 mm oscuras con ala de 25 mm de largo, por 8 de ancho y de color moreno (Eguiluz, op. cit.).

6.2.- PRODUCCION DE CONOS Y SEMILLAS.- Cano y Nevarez (op. cit.) determinaron un ciclo semillero de 4 años y un temperamento intolerante. Patiño (op. cit.), encontró un promedio de 58,083 semillas por kg. y un 90 % de germinación en laboratorio.

6.3.- DISPERSION DE LAS SEMILLAS.- La regeneración natural en los bosques, a la semilla que cae o llega al suelo proveniente de los árboles productores (padres, semilleros, plus, etc.), aunque no se cuenta con información precisa al respecto, se sabe que en condiciones naturales, la germinación se logra debido a la acción del viento, el cual una vez abiertos los conos, la dispersa. Otros agentes son los roedores, el agua y el fuego, que aunque no disemina o dispersa las semillas, su acción en muchos casos sí contribuye a la apertura de los conos.

6.4.- PLAGAS Y ENFERMEDADES.- Los conocimientos acerca de plagas de conos y semillas en coníferas mexicanas son escasos, sin embargo, se cuenta con cierta información: De algunas especies de insectos importantes, su detección y la cuantificación de daños en la producción de semillas (Del Río, 1980). Ebel (1963, citado por Del Río, op. cit.) efectuó una investigación sobre la identificación y biología de insectos que afectan la producción de semillas en coníferas y señala a los insectos barrenadores de conos como la principal causa de pérdida de semilla en los E.U.A., aunque Baldwin (1992) considera que los daños a la producción de semilla causados por efectos del clima, pueden ser tan importantes como los ocasionados por insectos.

Cibrián (1975, citado por Del Río, op. cit.), llevó a cabo la colecta de conos para investigar las principales plagas de pinos en localidades circundantes a la Sierra Nevada, habiendo registrado los géneros *Conophthorus* (*Coleop.: Scolytidae*) con 3 especies como los principales insectos destructores de los conos.

En particular para *Pinus douglasiana*, Cibrián *et. al.* (1988, 1995) citan que es atacada por el barrenador de brotes *Eucosma sonomana*, el coleóptero *Conophthorus conicolenses*, que es la especie que produce la mayor mortandad de conos (de 15 a 60%), aunque también es atacado por *Conophthorus ponderosae*, *Conotrachelus neomexicanus*, la chinche maloliente *Tetyra bipunctata*, la escama *Chionaspis pinifolia* y la palomilla *Dioryctria erythropasa* que ataca conos y ramas con la presencia del hongo *Cronartium conigenum*; asimismo es hospedero de los muérdagos *Arceuthobium globosum* y *Arceuthobium pendens*.

Del Río (1980) llevó a cabo un estudio en la región de Uruapan, Michoacán, sobre los principales insectos asociados con conos, semillas y sus hospederos, de las especies *Pinus michoacana*, *P. douglasiana*, *P. lawsonii*, y *P. leiophylla*. Para *P. douglasiana* fueron examinados 41,600 conos, tomando 20 conos por árbol como muestra; el total de conos atacados fue de 1385. Los resultados fueron de 28.9% en cuanto al ataque por *Dioryctria* spp., 28.9%, 27.9% de *Conophthorus* sp., siguiendo en porcentaje los insectos pertenecientes a las familias Blastobasidae; Curculionidae, Cecidomyiidae, Tortricidae y Olethreutidae esta última como barrenador de las semillas y el eje del cono.

Las poblaciones naturales de *P. douglasiana* son atacadas por varios insectos descortezadores, siendo el más nocivo *Dendroctonus mexicanus* Hopk, aunque también se presenta *Dendroctonus valens*, *Pissodes zitacuarensis*, *Synanthedon cardinalis* y *Dioryctria* sp. los descortezadores del género *Ips* (*I. grandicollis*, *I. cribricollis* e *I. calligraphus*) estos se presentan después de la ocurrencia de incendios atacando especialmente a árboles debilitados. (Del Río, citado por Magaña, *op. cit.*).

Con respecto a los daños causados por ardillas, Orduña (1993) llevó a cabo un estudio para determinar el consumo en cinco especies de pino, por la ardilla *Sciurus aureogaster*, en la región de Uruapan, Michoacán. Empleó para este fin, muestras de conos en tres localidades y durante 4 años recabó la información. Habiendo concluido que *P. douglasiana* y *P. lawsonii* fueron las especies más afectadas.

El número de conos por metro cúbico, de acuerdo con Patiño (1973), para *P. douglasiana* es de 9,919 y el promedio de conos roídos encontrados en cinco árboles fue de 116, con 60% de semillas viables. Es probable que sí pudieran haber ocasionado un daño significativo a la regeneración, ya que si se toma como base el promedio de 116 conos que son comidos por las ardillas representan 6,960 semillas por árbol, tomando en consideración el potencial de semilla que tiene esta especie (Patiño, 1973, Bello 1983, citados por Orduña, *op. cit.*).

Orduña, (*op. cit.*), atribuye la preferencia de las ardillas a consumir determinado tipo de conos: De las cinco especies estudiadas observó que las especies más dañadas fueron *P. douglasiana*, y *P. lawsonii*, en una posición intermedia se encontró *P. leiophylla*, siendo *P. michoacana* y *P. oocarpa* las menos afectadas; al respecto, señala que estas dos últimas, presentan algunas características importantes; *P. michoacana* tiene conos algo resinosos, lo que posiblemente los haga poco apetecibles y *P. oocarpa*, presenta conos muy duros, situación que los hace poco susceptibles al ataque de las ardillas.

6.5.- PLANTACIONES

El establecimiento de bosques artificiales (plantaciones) ha adquirido en las últimas cuatro décadas una gran importancia a nivel mundial. En México, desde 1970 Mas Porras (1970) y otros investigadores, han planteado la necesidad de llevar a cabo estudios más completos de las especies de pino, con el propósito de disponer de información para aplicarse, contribuyendo de esta forma no solamente a una explotación científica de los bosques, sino a optimizar la capacidad que posee cada una de las especies más importantes, sin descuidar los requerimientos de las industrias derivadas de la silvicultura, como son las características tecnológicas, distribución, etc.

Las plantaciones forestales hoy y en el futuro serán de suma importancia, ya que no sólo mejorarán la calidad del ambiente, sino que garantizarán la cantidad y calidad de bienes y servicios requeridos.

Flores (1997) indica entre otras las ventajas de llevar a cabo reforestaciones, las siguientes:

- Es la única opción posible para establecer bosques donde no existen.
- Permite introducir especies de rápido crecimiento o de alta calidad industrial.
- La uniformidad y rapidez del repoblado en la fecha y magnitud que se necesite.
- Permite regular el espaciamiento inicial del repoblado y el número de plantas por hectárea, para obtener los mejores resultados de acuerdo con la experiencia, las especies cultivadas y la finalidad a que se destinen las plantaciones.
- Permite una mejor planificación en el fomento de los bosques, pues hacia el plan de plantaciones anuales se orientan los planes anuales de reproducción de plantas, el acondicionamiento de los terrenos y demás procesos que deben considerarse.
- Es la mejor forma posible de tener plantaciones industriales para abastecer de materia prima a las industrias en la cantidad y calidad necesarias

6.6.- RECOLECCION DE SEMILLAS

Contar con una fuente adecuada de semillas es el principal punto de partida para lograr el éxito en las plantaciones, ya sea que se compren o se cosechen por cuenta propia, deberá considerarse el precio, la procedencia, calidad, etc., Los árboles semilleros deberán contar, entre otros, con los siguientes requisitos: Estar sanos, tener buena forma fustal, ser productores frecuentes de abundante semilla, es decir, deberán poseer alta vitalidad (vigorosos) y una posición dominante, con la copa ampliamente desarrollada, pero al mismo tiempo deberán ser accesibles durante todo el año y asegurar su permanencia durante el tiempo que se requiera.

El número de semillas producidas por un árbol, puede variar considerablemente de acuerdo con el diámetro, el vigor, la densidad de la masa, los daños por insectos o ardillas y por la dominancia de los árboles (Larson y Schubert, 1970). Los árboles grandes, vigorosos, maduros y sanos, producen las mejores cosechas de semilla (Schubert, 1974, citado por González, 1990). Schubert (op. cit.) señala que la producción de conos puede variar de acuerdo con las dimensiones de los árboles, en diferentes localidades. Y en relación a *P. ponderosa* de 16 pulgadas de diámetro (40.60 cm), indica que los árboles produjeron pocos o ningún cono en 1968, mientras que en otras localidades, los árboles de 4 a 6 pulgadas de diámetro (10.1 y 15.2 cm), produjeron de 40 a 50 conos.

Los estudios sobre espaciamientos en masas forestales realizados por Allen y Trousdell (1961, citados por González, 1990), establecen que en comunidades templadas, los árboles que han crecido vigorosos sin interferencia con los vecinos, son también los mejores productores de semilla.

Cano y Nevarez (1980 citados por González, op cit.), mencionan que el ciclo semillero de *P. douglasiana* para la región de Atenquique, Jalisco, es de 4 años, e indican que corresponden 37 semillas por cono.

El número de semillas por cono, también es variable y obedece a la distribución geográfica (Follells y Schubert, 1956) y a la calidad del año semillero (Larson y Schubert, 1970).

González (op. cit.), indica las ecuaciones de predicción para el número de semillas por cono de Walker y Wiant (1968), mediante la siguiente fórmula:

$$Y = 4.93 + 7.49 x$$

Y = Número de semillas sanas por cono.

X = Promedio del número de semillas expuestas en un corte longitudinal del cono.

Esta fórmula es más precisa, si se muestrean al menos dos conos por árbol.

Otra ecuación de predicción para conocer con anticipación la cantidad y calidad de semilla que puede obtenerse en futuras cosechas, es la propuesta por Walker y Wiant (1963): citado por González (1990): $Y = 2.244X$

Y = Número de conos de la cosecha.

X = Número de conos muestreados.

Para realizar este muestreo, es necesario que el observador, auxiliado con binoculares observe cuidadosamente todo un lado de la copa del árbol, sin cambiar posición.

Patiño *et al* (1983), cuantificó el número de conos de *P. douglasiana* por metro cúbico y lo relacionó con la cantidad de semillas que produce. El número de semillas más bajo fue de 44, 244, el más alto de 73, 146 y en promedio 58, 995; habiendo muestreado en total 11 lotes procedentes de Jalisco y Michoacán; de esta forma, cada metro cúbico comprende 9, 912 conos que producirán la cantidad de 3.881 kg. de semillas.

En 1980 González (*op. cit.*) llevó a cabo una investigación en Mazamitla, Jalisco, con el objetivo de evaluar la cosecha de semilla de *P. douglasiana*, para lo cual aplicó un diseño de muestreo completamente al azar, para estimar los parámetros de la población, tales como: diámetro, edad, altura total y de copa, número de ramas, verticilos, de conos, semillas por cono y total por árbol. Efectuó un análisis de regresión para establecer el grado de asociación entre variables de interés y probó dos modelos de predicción, aunque estos no tuvieron significación en función de las variables estudiadas.

Los resultados con respecto a los conos, semillas por cono y semillas por árbol son los siguientes:

- Total de conos.- El valor promedio por árbol fue de 465.78.
- Semillas por cono.- El valor promedio fue de 90.77.
- Semillas por árbol.- Valor promedio de 42, 564. (15,895 más bajo y 62, 231 como valor más alto).
- Coeficiente de germinación: El valor promedio del coeficiente de germinación fue de 80.25 %, con el mínimo de 75% y máximo de 86%.

Con los valores que obtuvo de semillas por árbol y coeficiente de germinación estimó la producción, por el número de semillas viables por árbol:

$$\begin{array}{r} \text{SVA} = \text{N} \times \text{G} \\ \text{SVA} = \frac{42\,564.4 \times 80.25}{100} = 34,157.9 \end{array}$$

Donde:

SVA = Semillas viables por árbol.
N = Semillas por árbol.
G = Coeficiente de germinación.

Talavera, Zuñiga Esteban¹ (com. Pers.) recolectó semilla de esta especie, habiendo recabado 20 muestras de diferentes localidades. Los datos de tres de estas localidades son los siguientes:

Predio “ El Malacate, Tecalitlán, Jalisco ”: De 1690 conos se extrajeron 1,175 gramos de semillas y de esta muestra el 42% resultó vana, por lo que únicamente se obtuvieron 620 gramos. De otra muestra del mismo predio y con 1,640 conos, se obtuvieron 750 gramos de semilla vana y 510 gramos de semilla viable. Del predio “ El Cucharo, Mazamitla ” de 1,700 conos correspondieron a 1,190 gramos de semillas, de las cuales 985 gramos resultaron de buena calidad y sólo 205 gramos vanas, siendo esta el área donde se obtuvo el más alto porcentaje de semillas viables (82.77 %).

En cuanto a la época de recolección hay diferencias notorias. Según Talavera (com. Pers.) corresponde a los meses de marzo – abril, en Mazamitla, sin embargo, para el municipio de Concepción de Buenos Aires, Jalisco ya había concluido en los meses citados y en El Calabozo, cerca del predio “ El Malacate ”, Tecalitlán, se encontraba a mitad de la época propicia a principios de abril. Otros autores (Cuevas y Nuñez, 1988), indican que la época de semillación es durante los meses de enero – febrero (Sierra de Manantlán, Jalisco).

Por otra parte, se recomienda que los conos deben colectarse aún cerrados, ya sea de árboles derribados o en pie, y se recomienda cortarlos del pedúnculo ya que si se corta la rama se limita la producción por lo menos de los tres años siguientes. Una vez colectados los conos se transportan al patio de secado, donde no hay dificultad para que abran al exponerlos al sol y removerlos una o dos veces al día con una herramienta adecuada.

¹ Investigador Titulata del Campo Experimental Forestal Colomos, CIRPAC-INIFAP-SAGAR.

Una vez extraída la semilla, se le coloca en una malla de alambre y se talla para que se desprenda el ala; también se emplea el método de frotación con las manos cubiertas con guantes de piel y mediante un ventilador se retiran las impurezas. (Magaña, op cit).

6.7 - PRODUCCION DE PLANTAS EN VIVERO

6.7.1.- GERMINACION

Magaña (op. cit.), hace notar que la semilla del *P. douglasiana* no presenta problemas de germinación, excepto cuando no se le almacena adecuadamente, debido a que con este proceso se reduce porcentaje de germinación, para lo cual se puede contrarrestar en parte al estimular la germinación sumergiéndolas en una solución de agua oxigenada al 3% durante 5 horas, y enjuagándolas después con agua corriente. El promedio de germinación es 5 a 10% de semillas que habrían perdido su viabilidad; para la desinfección de la semilla se les puede sumergir durante diez minutos en una solución de cloro comercial en dos partes por tres de agua y enjuagar con agua corriente.

La semilla normalmente germina de 6 a 10 días y dependiendo de la calidad de la semilla, la plántula puede estar en condiciones de ser transplantada de 12 - 15 días cuando se ha uniformizado la germinación. La operación del trasplante se debe realizar cuando el arbolito se encuentra “ en cerillo o tamaño clavo ” debido a que en ese estado aun no ha formado raíces secundarias, evitándose así la formación de raíces tipo “ cola de cochino ” y la operación se realiza más rápidamente, en general, es más recomendable realizar la siembra directa en el envase, para el trabajo de la desinfección y preparación de almácigos, así mismo, la planta no sufre interrupción fisiológica ni daños por causa del trasplante, ahorrándose además el costo de los jornales por este concepto. (Magaña, op cit).

6.7.2.- PLANTACION

En 1996, se implementó en el Estado de Jalisco el “ Programa de Desarrollo Forestal Integral de Jalisco ”; dentro del Plan Estatal de Desarrollo, estableciéndose un Convenio de Asesoría Técnica con Fundación Chile. Este Proyecto (PRODEFO) comprende entre otros objetivos, el de impulsar el establecimiento y manejo de plantaciones forestales.

El Programa Piloto de Investigación Silvícola se está llevando a cabo en la Sierra del Halo, Mpio. de Tecalitlán, Jalisco, en cuatro predios Paredes y Tierras Coloradas o Barbechos, EL Malacate, Barranca de Corralitos y Corralitos y La Majada .

Para la incorporación de las plantaciones comerciales con *P. douglasiana*, considerando las restricciones de manejo silvícola, económicas, sociales y ecológicas, se llevo a cabo un proceso, en el cual para cumplir con la meta de reforestación en los predios de referencia, el Grupo Industrial Durango y la Unión de Sociedades de Producción Rural de R.L. “Sierra del Tigre, del Halo y Los Volcanes ”, a través de la Empresa Silvicultura Productiva de Jalisco, implementaron un vivero de alta tecnología con sede en Ciudad Guzmán, con capacidad para producir un millón de plantas, el cual abastecerá para las necesidades estimadas.

Dentro de esta producción se están llevando a cabo ensayos de producción de planta mediante 3 sistemas:

1. Raíz desnuda.
2. Bolsa tradicional.
3. Charola de poliestireno (Sistema “ Cooper Block ”).

El objetivo es determinar cual de los 3 sistemas ofrece mayores ventajas técnicas para las condiciones de la región, por lo que fue necesario llevar a cabo lo siguiente:

- Diseñar una charola que permitiera obtener planta de alta calidad, es decir, con una adecuada relación entre la raíz y su parte aérea, debidamente lignificada y apta para soportar condiciones adversas.
- Se diseñó y estableció un sistema de riego automático, por parte de los técnicos de “ Silvicultura Productiva ”.
- Uso de sustrato de composta elaborado a base de corteza de pino, cuyas ventajas son las siguientes:
 - a).- Adecuada relación carbono – nitrógeno, debido a la degradación de la celulosa.
 - b).- Buena esterilización al alcanzar temperaturas de 60 °C durante el proceso de fermentación.
 - c).- Eliminación de malezas y elementos fitotóxicos.
 - d).- Aumento de la capacidad de intercambio catiónico, capacidad de retención de humedad, buena textura, etc.
 - e).- Transformación de la materia orgánica por los microorganismos.
 - f).- Bajo costo comparado con los sustratos de importación.

En sí el sustrato para la producción de la planta como ya se indicó es a base de corteza de pino, con las ventajas ya descritas, en una de mis visitas al vivero (1ª.) obtuve los siguientes datos:

En el vivero, esta composta se mezcla con Urea, de 4- 6 kg. por metro cúbico y suero. La que se elabora con aserrín, se mezcla con estiércol de corral (vacuno o gallina) casi puro, e incorporando el hongo *Trichoderma*, con el fin de degradar más rápidamente la celulosa.

Planta a raíz desnuda: Para este sistema la siembra se efectuó en surcos de 6 hileras con m de longitud. La primera siembra se realizó entre el 12 y 19 de noviembre de 1996.

En la siembra a raíz desnuda, en la primera etapa se proyectó una producción de 70,000 plantas; para ello se practicaron 3 ensayos:

- a).- Semilla.
- b).- Epoca de siembra.
- c).- Distancia entre plantas.

Las plantas producidas por este sistema, dio como resultado un promedio de 100 plantas por m²; inicialmente se había estimado lograr entre 70 y 90, por lo que los resultados obtenidos se consideran bastante aceptables. Y con respecto a otras características, como el crecimiento, vigor, sobrevivencia, se obtuvieron también buenos resultados.

Para el sistema de bolsa tradicional la producción proyectada fue de 50,000 plantas, con envase (bolsa) de 8 cm (diámetro) x 12 cm de largo.

Sistema de riego (para charola y bolsa) con este sistema se riegan y fertilizan las plántulas al mismo tiempo. Al agua de riego se le mantiene con pH bajo (5.5), mediante la aplicación de ácido fosfórico, con el propósito de que se realice mejor la absorción de los fertilizantes.

Todas las plantas obtenidas mediante los tres sistemas fueron inoculadas o tratadas con micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) y plantadas a partir del 9 de julio de 1997, en el predio "BARBECHOS O TIERRAS COLORADAS", en una superficie de 291.20 ha. Los resultados obtenidos se consideran satisfactorios, ya que a los 9 meses, las plántulas alcanzaron en promedio una altura de 20 cm, con excelente vigor, sistema radicular bien desarrollado y alta sobrevivencia, entre otras características deseables.

Por ser *P. douglasiana* una especie que en condiciones naturales presenta muy buenos crecimientos e incrementos en volumen, con 0.1 m³ a los 10- 15 años, 1.0 m³ de 25 –30 años, y 4 m³ a 55-60 años (Mas, 1970), las posibilidades de éxito mediante plantaciones se espera que serán mayores.

La plantación se llevó a cabo en áreas a las cuales les fueron aplicadas cortas de restablecimiento. Mediante estas cortas se eliminó a las masas existentes y aunque se considera en ese momento, que potencialmente estas áreas poseen alta productividad, la conjunción de varios factores ocasionó el deterioro de la masa forestal y la sub-utilización de la capacidad productiva de estos suelos, procediéndose a realizar la plantación de inmediato y a la cual se le dará seguimiento.

a).- Actividades de plantación

Producción de planta (Ya tratado en viveros).

b).- Preparación del suelo

Limpia de vegetación. Las áreas de plantación fueron preparadas previamente, mediante una limpia (desbroza) de toda la vegetación herbácea y arbustiva, con el fin de eliminar la competencia por nutrientes, agua y luz. Las actividades llevadas a cabo en los sitios de plantación fueron las siguientes:

- Ordenación de los residuos de aprovechamiento.
- Desbrozamiento en aquellas partes del rodal que lo requerían.
- Preparación puntual del suelo donde se colocó cada planta, empleando para ello la pala plantadora de diseño chileno.
- Control de malezas alrededor de cada cepa.
- Control de plagas del suelo y hormigas.
- Plantación.
- Fertilización con fórmula de relación 1:2:1 de NPK, más micronutrientes.
- Cercado.

c).- Traslado y manipulación de las plantas.- El manejo y traslado a las áreas de plantación, se realizó en forma cuidadosa ya que la planta debe manejarse de tal forma que resista mejor el “shock” de plantación. Algunos de los aspectos que fueron considerados son los siguientes:

- El traslado se llevó a cabo en un vehículo cerrado, debidamente acondicionado para evitar daños en las plantas.
- En los predios se acondicionaron áreas sombreadas para almacenar todas las plantas, en espera de ser plantadas.
- Para el caso de las plantas de raíz desnuda, el tiempo máximo que se empleó en su plantación fue de 48 horas (desde que salieron del vivero hasta su colocación en la cepa).

d).- Técnica de plantación.- Con el propósito de realizar de la manera más eficiente la plantación, antes de dar inicio a esta actividad se proporcionó capacitación a todo el personal que participó. Se diseñó especialmente para este fin, una pala plantadora de acuerdo al tipo de suelos y la especie a plantar.

La técnica de plantación consistió en cavar una cepa de 40 X 40 cm de ancho y 35 cm de profundidad, la cual mediante los movimientos de pala se deja el suelo totalmente removido y mullido. Con la eliminación de terrones para dejar más o menos uniforme el tamaño de las partículas de tierra en la capa superficial.

La densidad fue de 1,667 árbolillos por hectárea, con distancia entre cada planta de 2 m y de 3 m entre cada hilera.

e).- Investigación aplicada. Con el objeto de dar seguimiento a esta importante labor y como parte del “ Programa Piloto de Investigación ”, fueron establecidos cuatro ensayos en parcelas permanentes sobre densidad de plantación. El objetivo es determinar la densidad óptima inicial de una plantación comercial con fines de producción de madera de exportación, para aserrío o celulosa, así como determinar el mejor sistema.

Mediante este tipo de ensayos se pretenden probar dos hipótesis:

- La densidad de plantación influye en la calidad de la madera.
- La densidad inicial de 1,250 árboles/ ha. es la adecuada para obtener producción de madera con rollizo aserrable?.

Diseño:

- Bloques al azar, con base en la exposición del terreno.
- Tamaño de parcela: 40 X 40 m = 1,600 m².
- Total de parcelas: 7 Tratamientos X 3 repeticiones = 21 parcelas.
- Superficie total del ensayo: 280 X 120 m = 3.36 ha.

Los tratamientos tienen distinta densidad de plantación y posteriormente se realizarán cuatro aclareos. El tiempo para realizar las intervenciones se determinará posteriormente en base a parámetros, silvícolas, objetivo final del bosque, más índices de densidad. En principio podría ser un índice operativo, denominado cociente de espaciamiento.

6.8.- CRECIMIENTO E INCREMENTO

Mas Porras (*op. cit*), llevó a cabo en 1970 una investigación sobre el crecimiento de 5 especies de pino en la región sur-occidental del Estado de Michoacán, mediante para este fin análisis troncales de 10 árboles para definir las tendencias de las curvas de crecimiento en altura, diámetro y volumen para fines de manejo silvícola. Destaca en este estudio *P. douglasiana*, ya que mostró el más rápido crecimiento de todas las especies estudiadas. En cuanto al diámetro, cita que es magnífico, el incremento se prolonga hasta los 50 años, por lo que el i.c.a. es excepcionalmente alto, con valor promedio en 10 años de cerca de 1.4 cm y culmina entre 15 y 18 años. Señala que para esas condiciones de desarrollo, el diámetro de explotabilidad se presenta a los 42 años de edad.

Aguilar (1983) realizó en el Campo Experimental “Barranca de Cupatitzio” los 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 siguiente modelo:

$$\text{Ln } S = a + (\text{Ln } H_0 - a) (A/A_i)^k$$

Donde :

- Ln S = logaritmo natural de índice de sitio.
- a = intercepción al origen sobre el eje de abscisas .
- LnH₀ = Logaritmo natural de altura dominante a edad base.
- A = Edad base.
- A_i = Edad actual
- k = Constante

El juego de curvas es polimórfico, la edad base es de 50 años y los índices de sitio son respectivamente 36, 28, 20 y 12. Estas curvas definen tres calidades de estación con sus respectivos rangos de índice de sitio, como se observa a continuación:

Calidad de estación	índices de sitio
I	28 - 36
II	20 - 28
III	12 - 20

En otro estudio de análisis troncales con árboles de Unidad Industrial de Atenquique, se estimaron curvas de índice de sitio, ajustando el modelo de Richard modificado (Cano y Nevarez, 1979). Aguilar (*op cit*) realizó un ajuste del modelo de Schumacher, para obtener curvas de crecimiento en altura en tres calidades de estación. Este último autor determinó algunas características epidométricas de acuerdo a la calidad de estación y definió las edades del primer aclareo, segundo aclareo, turno técnico y turno absoluto, de la siguiente forma:

- Primer aclareo. Edad de culminación del ICA en altura.
- Segundo aclareo. Edad de culminación del ICA en diámetro.
- Turno Técnico. Edad de diámetro normal aprovechable.
- Turno absoluto. Edad de cruce del ICA e IMA en volumen.

Se concluye en este estudio que los patrones de crecimiento en altura promedio son: 1 de .30 m a los tres años y la altura de sitio es de 34, 23 y 15 m.

Cano y Nevarez (*op. cit*) desarrollaron un modelo de simulación del crecimiento de rodales coetáneos para *P. douglasiana*, con aplicación local para un solo índice de sitio (27) en la región de la Ex Unidad de Explotación 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 diferentes períodos de manejo. Con algunas modificaciones, estos resultados fueron presentados posteriormente por Nevarez (1986) con el nombre de SIMSIL, como un modelo para simular el efecto de políticas de manejo en el crecimiento de rodales coetáneos de *P. douglasiana*.

Los modelos del SIMSIL fueron construidos utilizando tanto técnicas de regresión lineal como no lineal y el simulador está basado en el estudio del incremento en diámetro de árboles individuales, cuyos resultados se extrapolan a nivel de toda la masa, considerando 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 y se consideraron 7 clases de edad. Previamente se realizaron análisis troncales para determinar los índices de sitio.

Los principales componentes del SIMSIL son tres modelos: un modelo de crecimiento en diámetro, uno de crecimiento en altura y uno de coeficientes mórfoicos; 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 y consta de dos módulos, el primero es llamado “Tablas de producción de densidad variable” y en este 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 con todas las posibilidades deseadas.

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.

En cuanto a la regeneración por medio del modelo SIMSIL se considera que se inicie con 7500 brinzales de un año de edad/ha, o bien la que haya decidido el usuario en caso de la plantación. Por otra parte, 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 utilizan para iniciar la simulación en el primer módulo, o bien el segundo módulo cuando se especifica una edad menor de 5 años.

Para poder simular el comportamiento de la densidad, se elaboraron curvas de niveles de densidad según la metodología de Myers (1967, citado por Nevarez, op cit) considerando el diámetro base de 30 cm y tomando categorías diamétricas de 5 cm. La tasa de disminución en el número de árboles / ha (“q”) fue de 1.406 .

La densidad en el número de árboles residuales / ha también se integró al modelo según la ley de los $-3/2$ o de Yoda; además, se consideran los índices de densidad por espaciamiento de Hummel (1954).

En el módulo I de SIMSIL, el usuario puede indicar las políticas de corta con las siguientes alternativas:

- Niveles de densidad.
- Indices de densidad.
- Ley de los $-3/2$.
- Areas basales residuales constantes.

En el módulo II de SIMSIL, la corta se puede indicar por las alternativas siguientes:

- Número de árboles /ha.
- Areas basales/ha.
- Volúmenes/ha.
- Porcentaje de cualquiera de las variables anteriores.

De acuerdo con la información del PMIFRA (“ Plan de Manejo Integral Forestal de la Región de Atenuique”), se estima que es factible obtener un incremento en *P. douglasiana* de 18 m³ r.t.a./ha/año, por medio de labores culturales tales como deshierbes, fertilización, control de plagas, etc. Nevarez (op. cit.) cita un rendimiento total por hectárea de 722.03 m³ r. t. y rendimiento promedio anual de 12.03 m³ r.t./ha.

6.8.1.- TABLAS DE VOLUMENES

López (1984) , elaboró una tabla de volúmenes para *P. douglasiana* con la siguiente ecuación:

$$V = 0.29845 (D) 1.98929 (H) 1.0689$$

Posteriormente Martínez (1989), elaboró una tabla de volúmenes para la misma especie en la Sierra de Tapalpa, mediante la medición de árboles en pie. Para llevar a cabo las mediciones se empleó el Tele – Reloscopio, herramienta poco utilizada en forma operativa, ya que su uso se ha restringido básicamente a la investigación. En total fueron muestreados 104 árboles de diferentes diámetros y alturas, a los cuales se les tomaron 8 lecturas de diámetro a diferentes alturas. Una vez determinados los volúmenes para cada árbol, se procedió a través de regresión y correlación a generar el modelo más conveniente, el cual se indica a continuación:

$\ln V = 0.199191 + 1.858555 \ln (D) + 0.079871 (H)$, con el cual fue elaborada la tabla de volúmenes.

7.- METODOS SILVICOLAS.

Esta especie fue manejada durante más de 40 años mediante el Método Mexicano de Ordenación de Montes, sin embargo, los resultados en su aplicación no fueron satisfactorios, al respecto Jardel (1985), señala que el manejo de los bosques con la aplicación de este método mediante cortas selectivas y en forma extensiva originó bajos rendimientos, unido al deterioro de la calidad del bosque desde el punto de vista de los objetivos de manejo.

De acuerdo a lo anterior y a la incipiente aplicación de técnicas silvícolas y de manejo del bosque, se estableció un “Plan Demostrativo” en los bosques de la región de Atenquique, Jal., con el fin de probar la aplicación de técnicas silvícolas en el aprovechamiento, este planteamiento dio origen a la creación del Método de Desarrollo Silvícola.

La filosofía del Método de Desarrollo Silvícola se basó en cuatro tratamientos principales:

- Cortas de regeneración.
- Cortas de liberación.
- Preclareos.
- Aclareos.

Pinus douglasiana es dentro de la región de Atenquique, la más importante y abundante. Es una especie de carácter intolerante, que necesita de suficiente luz en las etapas juveniles para poder desarrollarse adecuadamente, este desarrollo logra favorecerse con regímenes silvícolas coetáneos. (Nevárez, 1986)

La aplicación de los dos métodos silvícolas descritos, para el cultivo y aprovechamiento de las masas compuestas por esta especie, así como de aquellas en las cuales se le encuentra asociado con otras especies, no proporcionaron resultados aceptables debido a que no se aplicaron los tratamientos silvícolas propuestos, mucho menos los tratamientos complementarios u otras labores silvícolas como: Cortas de limpia, cortas de mejora, cortas de recuperación, podas, quemas controladas etc., propuestas en el Método de Desarrollo Silvícola caso particular, nunca fueron aplicadas. Dentro de esta área fueron aprovechadas en total 20,000 has., de 1974 a 1981, mediante el Método de Arboles Padres, como tratamiento principal.

8. - FACTORES LIMITANTES

Como se ha indicado, *P. douglasiana* es una especie de rápido crecimiento, la cual en condiciones naturales culmina su incremento corriente anual en altura entre 12 y 17 años y en plantaciones se reduce a 7 u 8 años. Por otra parte, aunque su distribución es muy amplia y las condiciones ecológicas requeridas para su desarrollo comprenden potencialmente una gran superficie en el Estado de Jalisco, es conveniente tomar en consideración tres factores que en mayor o menor grado llegan a ocasionar daños:

ROEDORES

- a).- Tuzas (*Spermophilus* sp.)
- b).- Ardillas (*Sciurus aureogaster*). La segunda especie consume gran cantidad de conos, lo cual puede disminuir la regeneración natural al no existir suficiente semilla en el piso forestal.

PLAGAS

- a).- *Eucosma* sp.
 - b).- *Rhyacionia buoliana*:
- Estos insectos Lepidóptero cuando atacan en forma intensa y permanente, ocasionan el achaparramiento de los pinos, como consecuencia de la pérdida continua de las yemas terminales.
 - Las plantaciones atacadas por estos insectos no mueren a causa del daño, sin embargo, ocurren deformaciones, torceduras y supresión del crecimiento en altura.
 - Los brotes atacados presentan un orificio subcircular, visible a simple vista. Dentro del brote, la larva forma una galería de alimentación y a medida que se desarrolla, prepara una cámara de crisalidación en el mismo brote.
 - En el brote atacado, es posible observar un botón exudado de resina sólida producto de la reacción de la planta.
 - En ambos casos interesa, la detección oportuna e inmediata de la plaga para prescribir el método de control adecuado.

SUELOS : Con respecto a este factor, *P. douglasiana* es considerada una especie exigente para lograr un buen desarrollo. La mayor altura a los 50 años se registra en los suelos Andosoles y Luvisoles, en los cuales las características que mayor influencia tienen son la profundidad y la riqueza de bases.

Por otra parte debe tenerse en consideración que *Pinus douglasiana* se puede confundir con *P. pseudostrobus*, pero se diferencian en que el cono del primero va acompañado del pedúnculo cuando cae, mientras que en el segundo el pedúnculo permanece en la ramilla. Las hojas de *P. douglasiana* presenta intrusiones de la hipodermis seccionando el mesófilo, carácter que nunca se presenta en *P. pseudostrobus*. Por otra parte, las hojas del primero son más gruesas y delgadas en el segundo. Entre *P. douglasiana* y *P. maximinoi* tienen similitud en caracteres anatómicos de la hoja, lo mismo que en los pedúnculos, que acompañan al cono al desprenderse, sin embargo, parece que la diferencia más notoria estriba en que las hojas son más gruesas y largas en *P. douglasiana*. No obstante en algunos ejemplares revisados, se encontró que en un mismo individuo de *P. douglasiana* tenía hojas de grosor variable, en ocasiones hasta de 0.75 mm de ancho, caso muy frecuente en ejemplares de *P. maximinoi*, lo que hace difícil la separación de ambas especies (Hinojosa, 1988).

9.- CONCLUSIONES

Los avances de carácter silvícola que han ocurrido en México en los últimos veinte años, hacen que los investigadores y silvicultores consideren aspectos que anteriormente no se habían tomado en cuenta. Por otra parte, no obstante la riqueza de los recursos naturales de México y de Jalisco en particular, son numerosos los factores que han contribuido a la desaparición, deterioro, degradación y sub-utilización de los mismos. La explotación selectiva y abusiva, gran número de incendios forestales, la expansión de la agricultura y la necesidad de espacios para viviendas, industrias, caminos y zonas de recreo, así como los factores indirectos, son parte de la problemática en el manejo y el uso de la vegetación y de los recursos florísticos.

Desde principios de los años setenta, varios investigadores han propuesto la realización de estudios fenológicos, ecológicos, silvícolas y tecnológicos. Sin embargo, la diversidad de especies, variedades y formas de los pinos mexicanos, su distribución geográfica, así como la gran variabilidad climática, edafológica, altitudinal, etc., y de otros factores, han dificultado el conocimiento sobre muchos aspectos. Por lo que en la medida que se disponga de información más precisa sobre el comportamiento de las especies forestales, en particular de las más importantes, las mejores características de adaptabilidad en los programas de reforestación, se podrán tener los elementos para elegir las mejores y más productivas.

Lo anterior cobra mayor importancia, si se considera que hace 150 años se describieron y clasificaron las primeras especies de *Pinus* mexicanos y 88 años de haberse publicado la primera obra sobre este género, aún existen discrepancias en cuanto a la taxonomía de algunas especies y son varios los factores que no se han investigado, esto último obedece en gran parte como ya se indicó, a la distribución de muchas especies y a la deficiente difusión de los resultados de investigación que en muchas ocasiones es de difícil acceso o se desconoce la información.

Aunque no toda la información que un silvicultor requiere, puede obtenerse a corto plazo, de los centros de investigación algunas experiencias prácticas pueden ser adaptadas a necesidades regionales (González, 1990). Se considera muy importante la elaboración de Monografías o “Guías”, como ocurre en muchos países como los Estados Unidos, España, Cuba, Chile, Costa Rica, entre otros, que les ha permitido resolver numerosos problemas y llevar a cabo el cultivo más eficiente de las especies de mayor interés.

10.- BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, M. 1983. Armonización de curvas de crecimiento y calidad de estación. En: Primera Reunión sobre Modelos de Crecimiento de Arboles y Masas forestales. Inst. Nac. Invest. For. – SARH. Pub. Esp. No. 44 México. D.F. pp.169 – 181.
- Aguilar, R. M. 1984. Estudio del crecimiento en Pinus douglasiana y Pinus lawsonii en la Región Centro de Michoacán. Tesis Profesional. Facultad de Agrobiología, UMSNH .Uruapan , Mich. México. 82 pp.
- Bermejo, V.B. y F.Patiño, V., 1982. Variación morfológica en características de hojas y conos de Pinus pseudostrobus var. Oaxacana Mtz. En poblaciones naturales de los Altos de Chiapas. Bol. Téc Inst. Nac. Invest. For. México. No. 74 México, D.F. 47 pp
- Campos, V. et al. 1992. Plantas y flores de Oaxaca. Herbario Nacional de México. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 15 – 19 pp.
- Cano, C. J. y J. D. Nevarez, 1979. Simulación a través del tiempo de algunos parámetros de crecimiento del Pinus douglasiana Inédito. 122 pp.
- Cano, C., J. 1988. El sistema de manejo regular en los Bosques de México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 223 pp.
- Carrera, G. V. 1982. Estudio morfológico comparativo de plántulas y semillas de nueve especies de pinos mexicanos. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. México. No. 81. México, D.F. 60 pp.
- Cibrián, T., D., H., E., Bernard, O., Y., Hardy, y T.J. Méndez, M. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México / Cone and seed insects of the mexican conifers. Southeastern Forest Experiment Station. Ashville North Carolina. USA. 109 pp.
- Cuevas, y L. Nuñez, 1988. Taxonomía de los pinos de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis Profesional. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. pp. 42- 80.
- Del Río, M. A.A. 1980. Identificación de las principales plagas de conos de Pinus spp. Del Campo Experimental Forestal “ Barranca de Cupatitzio “ Uruapan , Mich. Ciencia Forestal. 5 (27): 17- 24S. México, D.F.
- Eguiluz, P. T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género Pinus en México. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 621 pp.
- Flores, G., J., G., y J., A., Ruiz, C. 1997. Localización de plantaciones forestales a través de Sistemas de Información Geográfica. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. SAGAR. Consejo Agropecuario de Jalisco, A.C. Fundación Chile. Secretaría de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Jalisco. 140 pp. Inédito.

- García, M., J.,J. 1996. Coníferas promisorias para reforestaciones en la Sierra Purepecha. Agenda Técnica No. 2 Campo Experimental Uruapan . Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. SAGAR. Guadalajara, Jalisco. México. 17 – 27 pp.
- Gobierno del Estado de Jalisco. 1993. Comisión Estatal de Ecología. Plan Estatal de Protección al Ambiente. Guadalajara, Jalisco, México. 371 pp.
- González, N., M. 1990. Evaluación de la cosecha de semillas de Pinus douglasiana en Mazamitla, Jal., en 1980. Seminario de Titulación. Universidad Autónoma Chapingo. DICIFO. Chapingo, México. 94 pp.
- González, V., L. 1986. Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el Estado de Jalisco. Colección Flora de Jalisco. Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México 240 pp.
- Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario, A.C. 1982. Diccionario Agropecuario de México. México, D.F. 402 pp.
- McVaugh, R. 1909. (1992). Flora Novo – Galiciana. Vol. 17. Gymnosperms and Pteridophytes. The University of Michigan Herbarium. The United States of America pp. 51 – 94.
- Madrigal, Sánchez, X. 1982. Claves para la identificación de las coníferas silvestres del Estado de Michoacán. Bol. Div. Inst. Nac. Invest. For. México. No. 58. México, D.F. 100 pp.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Ed. Botas. México, D.F.145 pp.
- Martínez, M.A., J., G., Flores, G., F., Solorzano I., y J.D. Benavides S., 1989. Estimación del volumen de Pinus douglasiana usando mediciones de árboles en pie. Segunda Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. SARH. Guadalajara, Jalisco. México. 162 pp.
- Mas, P., J. 1970. Características del crecimiento de seis especies mexicanas de pino con gran futuro para reforestaciones artificiales. Memoria Primera Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales. SARH. México, D.F. pp. 27 – 72.
- Muria , J., M., y R. Sánchez, 1996 . Una bebida llamada Tequila. Editorial Agata. Guadalajara, Jal. México. 80 pp.
- Orduña, T.C. 1993. Consumo de conos de cinco especies de pino por ardilla Sciurus aureogaster en la Región de Uruapan, Michoacán. Folleto Técnico No. 10. SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones del Pacífico Centro Michoacán. Guadalajara, Jal., México. 16 pp.
- Patiño, V.F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas. Bosques y Fauna 10 (49): 20 – 30 .

- Romero, H., J., A., 1986. Estudio tecnológico de Pinus douglasiana y Pinus leiophylla para proponer usos racionales. Tesis Profesional. Escuela de Ingeniería en Tecnología de la Madera. UMSNH. Morelia, Mich. México. 88 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S.A. México, D.F. 431 pp.
- Saldaña, A., A., y E. Jardel, P. 1991. Regeneración natural del estrato arbóreo en bosques subtropicales de montaña en la Sierra de Manantlán, México: Estudios preliminares. BIOTAM. 3 (3): 36- 43. Universidad de Guadalajara. México.
- Santillán, P. J. 1991. Silvicultura de las coníferas de la Región Central. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 305 pp.
- Shaw, G. 1909. Los pinos de México. Edición facsimilar tomada del original. The Arnold Arboretum. No. 1 Boston, Mass. Traducción de F. Moncayo y G. González. Comisión Forestal del Estado de Michoacán, Morelia, Mich. México. 36 pp.
- Vela, G., L. 1980. Contribución a la ecología de Pinus patula. Publicación especial No. 19. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales - SARH. 109 pp.

***Pinus montezumae* Lamb. en Jalisco, México.**

INDICE

	Página
1.- INTRODUCCION	57
1.1.-Objetivos	58
1.2.-Características sobresalientes	58
1.3.- Posición taxonómica (relación con otros pinos)	59
2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA	59
2.1.- Distribución en México	59
2.2.- Distribución en el Estado de Jalisco	59
3.- DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE	59
3.1.- Nombre científico	59
3.2.- Nombres comunes	59
3.3.- Descripción botánica	60
3.4.- Descripción anatómica	61
3.4.1.- Descripción macroscópica	61
3.4.2.- Descripción microscópica	61
4.- USOS	62
5.- REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	62
5.1.- Sucesión	63
5.2.- Temperatura	63
5.3.- Precipitación	64
5.4.- Altitud	64
5.5.- Suelos	65
5.6.- Especies asociadas	66

	Página
6.- SILVICULTURA	66
6.1.- Fenología	66
6.1.1.- Floración	66
6.1.2.- Fructificación	66
6.1.3.- Semillas	68
6.2.- Producción de conos y semillas	68
6.3.- Dispersión de las semillas	70
6.4.- Plagas y enfermedades	71
6.5.- Plantaciones	72
6.6.- Recolección de semillas	72
6.7.- Producción de plantas en vivero	73
6.7.1.- Germinación	74
6.7.2.- Plantación	76
6.8.- Crecimiento e incremento	77
6.8.1.- Calidad de estación	77
6.8.2.- Tablas de producción	78
6.9.- Tablas de volúmenes	80
7.- METODOS SILVICOLAS	80
8.- FACTORES LIMITANTES	83
9.- CONCLUSIONES	84
10.- BIBLIOGRAFIA	85

1.- INTRODUCCION

La necesidad de aprovechar los recursos forestales integralmente, debido al incremento demográfico y a la reducción de las superficies boscosas, sin ocasionar fuertes impactos ambientales negativos, implica el uso de un buen soporte técnico para la toma de decisiones desde el punto de vista social, ecológico, silvícola y financiero, que a la vez permita la adecuada recuperación en el menor tiempo posible, tendiente a alcanzar una producción óptima, continua y sostenida de diversos satisfactores provenientes de los recursos forestales. (Rodríguez, 1996).

“Hoy en día, la silvicultura ve al bosque como un ecosistema, y se plantea la tarea de dirigir todos los procesos biológicos en condiciones de estabilidad ecológica y manejar su producción y su regeneración, de modo que éste conserve la capacidad de satisfacer de forma sostenida todas las demandas que le son hechas, es decir permanentemente y con racionalidad económica” (Lamprecht, 1990).

“A la hora de tomar decisiones respecto al futuro uso de la tierra, los bosques naturales de bajo rendimiento casi siempre se encuentran en una situación desventajosa. Solamente si se logra transformar, imprescindibles por múltiples razones, en bienes de alto valor económico, habrá posibilidades reales para su conservación en forma duradera. Bosques con producción sostenida de materias primas valiosas son seguramente más fáciles de proteger que aquellos improductivos o con producción esporádica de escaso valor” (Lamprecht, op cit).

Sin embargo, la elección de los tratamientos silvícolas siempre se ve limitada por cuestiones ecológicas, técnicas y sociales. (Daniel et al., 1982). Pero los principios de la silvicultura giran en torno al total entendimiento de las interacciones planta – ambiente. Por ello es muy necesario considerar los principios biológicos y ecológicos para obtener un manejo silvícola adecuado y resultados exitosos de la producción forestal (Jardel, 1985).

El flujo de información entre la investigación básica y las disciplinas aplicadas es a menudo deficiente, quizás con más frecuencia aún, los conocimientos científicos obtenidos recientemente no se trasladan ni se aplican a la práctica silvicultural (Lamprecht, 1990) .

El presente artículo es producto de un conjunto de experiencias por parte de numerosos investigadores directamente relacionados con el área forestal, donde se incluyen tanto los aspectos teóricos y prácticos indispensables para un mejor conocimiento de esta especie. Si bien se cubren todos los puntos de interés, es necesario incorporar experiencias empíricas y llevar a cabo más investigaciones, principalmente ecológico-silvícolas, así como de tratamientos intermedios (preparación del sitio, quemas prescritas, podas, etc.).

La región central de México, es una de las más estudiadas, pero por su amplia distribución geográfica y características promisorias para reforestaciones, es indispensable contar con los conocimientos necesarios, primeramente para la elección de las mejores áreas potenciales para su establecimiento y para su posterior desarrollo y manejo adecuado.

1.1.- Objetivos

- Compilar la información más relevante sobre esta especie, para su establecimiento y mejor manejo silvícola.
- Contar con la información necesaria para identificar y/o seleccionar las áreas **potenciales** para realizar plantaciones de esta especie con la probabilidad en su adaptación y desarrollo.
- Impulsar las plantaciones forestales y el desarrollo de una silvicultura más intensiva, rentable y racional.

1.2.- Características sobresalientes

Esta especie destaca por su amplia distribución y abundancia, registrándose en 20 estados de la República Mexicana, siendo en la región central una de las especies maderables de mayor importancia económica (Rodríguez, 1996), “ se puede considerar como una de las especies más importantes del país, debido a su capacidad de adaptación a una gran cantidad de condiciones del medio”. “Habita en una gran variedad de condiciones desde bosques templado cálidos hasta templado fríos” (García, 1996). Sin embargo, además de su amplia distribución geográfica, en la región central, es muy patente la existencia de grandes zonas forestales erosionadas y la gradual desaparición de las zonas boscosas. *Pinus montezumae* se presenta como la especie más adecuada debido a su gran adaptación y facilidad de producción en vivero y porque tiende a formar suelo rápidamente.

Esta especie posee resistencia al fuego y heladas moderadas. La madera es poco durable sin embargo, la especie es muy recomendable para programas de plantaciones, cuyo objetivo a futuro sea el de producción de pulpa para papel.

En Jalisco esta especie se ha registrado en aproximadamente 18 municipios, sin embargo, existen las condiciones apropiadas para efectuar plantaciones en estas áreas y en otras de condiciones similares.

1.3.- Posición taxonómica

Martínez (1948), considera la Sección Montezumae, y la subdivide en tres grupos:

- Grupo montezume.
- Grupo Rudis.
- Grupo Michoacana.

2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA

2.1.- Distribución en México

Tiene amplia distribución: Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Sierra Madre de Chiapas.

2.2.- Distribución en el Estado de Jalisco

En Jalisco esta especie se ha registrado en las siguientes localidades: Los Mazos, Tuxpan; Nevado (sobre el camino a microondas) y Volcán de Colima; Cercanías de Cd. Guzmán; Mezquitic (NNW de San Andrés Cohamiata, E de la carretera a Santa Clara, 1950 m); Sierra Madre al W de Bolaños; Mascota Sierra de Juanacatlán, La Laguna, entre Agua Blanca y San Miguel de la Sierra; Tlajomulco Cerro Viejo 1,900 a 2,450 m ; Zacoalco entre Santa Clara y Atemajac de Brizuela a 1,900 m.; Atemajac de Brizuela , entre Atemajac 2,420 m, 6 km. NE de Tapalpa, carretera a Chiquilistlán; Tapalpa, La Leona, 2,000 m; Sierra de Manantlán; Concepción de Buenos Aires, 5 – 8 km. Al SW; Gómez Farias, San Gabriel (Venustiano Carranza), San Martín Hidalgo, Zapotiltic, Zapopan, Jocotepec, Toliman .

3.- DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE

3.1.- Nombre científico: *Pinus montezumae* Lamb

3.2.- Nombres comunes: Pino, ocote.

3.3.- Descripción botánica.- Es exigente a la luz pero tolera la sombra cuando pequeño y es resistente al fuego y a las heladas moderadas (Webb, 1980 citado por García, 1996).

Arbol de 20 a 30 m de altura, corteza moreno rojiza, gruesa, áspera y agrietada desde joven, ramas extendidas frecuentemente bajas que forman una copa irregularmente redondeada; ramillas morenas y muy ásperas, con las bases de las brácteas persistentes, abultadas, cortas y muy aproximadas que comúnmente se descaman (Martínez, 1948).

Hojas en grupos de cinco, ocasionalmente cuatro en algunos fascículos, anchamente triangulares, color verde oscuro, de 14 a 21 cm de largo, ocasionalmente de 30 y 37 cm, medianamente gruesas y fuertes, extendidas o colgantes, flexibles, con los bordes aserrados y estomas en las tres caras, canales resiníferos de 2 a 6, más comúnmente 4 o 5, medios ocasionalmente con uno o dos internos.

Vainas de 10 – 20 mm, a veces anilladas, de color castaño al principio y muy oscuras después. Los conillos son oblongos, de color purpúreo o moreno azulado, con escamas anchas, de punta extendida. Conos largamente ovoides, ovoide cónicos u oblongo cónicos, levemente asimétricos y algo encorvados, de 8 – 15 cm, más comúnmente de 12.5 cm., caedizos, de color moreno, opacos o levemente lustrosos, colocados en pares o grupos de tres; extendidos, ligeramente colgantes, casi sésiles o sobre pedúnculos en la ramilla.

Escamas numerosas, gruesas, duras y fuertes, de 25- 35 mm., de largo por 13 – 17 de ancho, ápice anguloso o ligeramente redondeado; apófisis levantada, a veces algo reflejada, subpiramidal, con quilla transversal fuerte y una débil costilla perpendicular; cúspide poco saliente, a veces hundida (rara vez saliente) con espinita corta, por lo general pronto caediza.

Cuevas y Núñez (1988), registran el diámetro del fuste hasta de 90 cm.

Cuevas y Guzmán (1988), señalan que esta especie tiene mucha semejanza con *Pinus pseudostrobus*, con el cual a menudo se puede llegar a confundir; pero se distingue por la presencia de hojas gruesas, comúnmente mayores de 1 mm de diámetro, así como la base de las brácteas cortas y salientes, en las ramillas que se descaman fácilmente. Otro factor de diferenciación, es la corteza de los árboles jóvenes, siendo lisa por mucho tiempo en *Pinus pseudostrobus* y escamosa y áspera en *Pinus montezumae*.

3.4.- Descripción anatómica

3.4.1.- Descripción macroscópica

La madera de *Pinus montezumae* presenta las siguientes características: albura de color blanquecino, duramen amarillento de textura fina, semidura, pesada, las traqueidas con diámetros de 35 micras, campos de cruzamientos con puntuaciones pinoides y fenestroides, abundantes rayos uniseriados y fusiformes y traqueidas marginadas de pared dentada (Mancera, 1956; citado por Borja, 1995).

La madera al secarse al aire libre presenta un peso específico base volumen verde de 0.37 gr/cm^3 , contracción volumétrica de 8.2 %, contracción tangencial de 4.5%, una contracción radial de 2.1% y la relación de contracción tangencial / radial fue 2.13 (Carreon, 1947, citado por Borja, op cit). Zobel (1965) observó que la variación del peso específico en la madera de *Pinus montezumae* no es muy significativa, ya que la variación fue de 0.02 .

Flamand y Huerta (1964, citados por Borja, op. cit.); registran que la madera de *Pinus montezumae* presenta un peso específico de 0.572 gr/cm^2 , contracción volumétrica de 18.31%, contracción radial 4.16 % y compresión axial de 513.64 kg/cm^2 , compresión perpendicular 97.60 kg/cm^2 flexión estática 847.87 kg/cm^2 , flexión dinámica 596.32 kg/cm^2 , dureza Monnin 2.26.

Pérez (1965, citado por Borja, 1995), llevó a cabo investigaciones sobre las secuelas de secado, observó que la madera con rajaduras superficiales al momento de cepillarse desaparecen; cuando se utiliza un tiempo de secado de 111 horas, contenido de humedad inicial de 148.54 % y contenido de humedad final de 8.08 %.

3.4.2.- Descripción microscópica

Huerta (1963), realizó un estudio sobre la variación de longitud de traqueidas en un árbol con una altura comercial de 15 m, el cual seccionó en trozas de 20 cm cada una, con un espacio de un metro entre troza y troza. Al estudiar la madera de duramen de 5 trozas, encontró que las 3 primeras trozas de abajo hacia arriba tienen una misma longitud de traqueidas y que las 2 siguientes tienen otra longitud, siendo más largas las 3 primeras y más cortas las segundas.

Las investigaciones llevadas a cabo en *Pinus montezumae* para la fabricación de papel, indican que esta madera presenta textura media, con 3-4 anillos por 1 cm, los rayos se observan a simple vista, la longitud de traqueidas es de 2217.42 micras y el diámetro de 48.73 (Flamand y Huerta 1964, citados por Borja, op cit).

De la madera colectada en los estados de Puebla, Michoacán y México, para llevar a cabo estudios sobre la variación en la longitud de las traqueidas, se obtuvo el resultado que la longitud de las traqueidas presentan una notable variación: de 11 – 20 años de edad la longitud es de 3.75 mm - 3.78 y de 30 – 40 años de 4.85 y 4.81 mm.

De las plantaciones de *Pinus montezumae* establecido en la Venta D.F., la longitud promedio de las traqueidas es de 4.18 mm, el contenido de humedad verde es de 164 %, densidad relativa (peso seco/verde) 0.37 gr/cm³ y contracción volumétrica de 11.48 % (González, 1969).

4.- USOS

Pinus montezumae es una especie de gran importancia económica, principalmente para la Región Central de México se emplea en la obtención de madera terciada (triplay), celulosa, cajas de empaque, puntales para minas, durmientes, postes, muebles, duelas, postes de transmisión, cercas, duela, aserrío, construcciones pesadas y livianas, cofres, estacas, leña, carbón, pulpa de fibra larga, chapa, contrachapa, marcos para cuadros, extracción de resina, para reforestar y recuperar suelos degradados (García 1996 ; Borja , 1995; Eguiluz, 1978).

Webb (1980), citado por (García op cit), menciona que esta madera tiene densidad de 0.40–0.50, con durabilidad natural que se puede estimar como no durable, es de fácil impregnación , fácil trabajabilidad y sin problemas de secado .

La madera de esta especie se clasifica como buena para la fabricación de papel, con un grado de calidad III, siendo recomendable incorporar esta especie en proyectos de plantaciones cuyo objetivo futuro sea la producción de pulpa para papel Fuentes (1987).

5.- REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Pinus montezumae suele desarrollarse en altitudes de 2,500 – 2,800 msnm (Martínez, 1948).

5.1.- SUCESION

Las comunidades dominadas por *Pinus 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* (Ern, 1973, citado por Rzedowski, 1983).

Por otra parte, Little (1962, citado por Rzedowski 1978), considera 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 de *P. patula*, los bosques de coníferas de la Sierra Madre Occidental dan la apariencia de ser bosques climax. Por otra parte, Rzedowski (1978) hace también una consideración similar respecto a los bosques de *P. hartwegii*, *P. ayacahuite* y *P. pseudostrobus*.

5.2.- TEMPERATURA

Pinus montezumae es una especie que se desarrolla en una amplia gama de condiciones climáticas: Madrigal (1967, citado por Aldana y Aureoles, 1991); quien toma en cuenta la división hecha por Loock (1950), señala que de las especies de *Pinus*, de acuerdo a las características climáticas, *Pinus montezumae* es considerada como una especie tanto subtropical, con temperaturas de 20 a 24 °C, así como de clima templado – cálido, con temperaturas de 16 a 20 °C, y de clima templado – frío, con temperaturas de 10 a 16 °C.

Eguiluz (1978), señala que la temperatura media del área de distribución oscila alrededor de 12 °C, con mínimas extremas 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 invierno. Se presentan indicios de nevadas; las heladas ocurren con mayor frecuencia y son de 6 a 15 por año.

Pinus montezumae en el Estado de Chiapas es una especie que se desarrolla en temperaturas medias anuales que varían entre 14.8 y 18 °C, el clima corresponde al templado (Zamora, 1978). Otros autores (Meza *et. al.*, 1991) consideran a esta especie confinada a todas las regiones subtropicales y templado- frías de los estados del Centro y Sur de México.

En la Sierra Purépecha, Estado de Michoacán *Pinus montezumae* se encuentra distribuido donde la temperatura máxima del mes más cálido es de 18 – 24 °C y la mínima del mes más frío de 4 – 12 °C, la temperatura promedio anual varía de 10 – 19 °C (Webb 1980, citado por García, 1996).

Flores (1997), considera que los requerimientos climáticos de temperatura para esta especie, abarcan un rango que abarca desde los -14 °C hasta 40 °C, con la temperatura óptima o media de 12 °C.

5.3.- PRECIPITACION

Pinus montezumae prospera en lugares 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.

Madrigal (op cit); cita que esta especie crece con precipitaciones mayores de 400 mm anuales, encontrándose mayormente distribuida donde los valores están comprendidos entre 750 - 1,500 mm anuales .

En la Sierra Purépecha, Michoacán esta especie se desarrolla en sitios donde la precipitación en “promedio” varía entre los 1,000 y 1,300 mm anuales o más, con una estación seca de 2 – 3 meses (Webb, op cit).

En Chiapas, la precipitación media anual donde se desarrolla esta especie es de 900 - 1,300 mm, hasta con seis meses de sequía y régimen de lluvias de verano. Por lo general forma masas puras, las que junto con las de *Pinus michoacana* alcanzan los mayores incrementos, con alturas hasta de 40 m y diámetros de 90 y 100 cm o más (Zamora, 1978).

5.4. ALTITUD

Madrigal (op cit), señala el intervalo altitudinal de 500 – 2500 msnm donde *Pinus montezumae* es más frecuente, aunque puede presentarse a mayores altitudes, asociándose con varias especies dada su amplia gama de condiciones climáticas en las que se puede desarrollar, incluso con *Pinus hartwegii* . Por otra parte, Mirov (1967, en Eguiluz, 1978), menciona un rango altitudinal de 900 a 3,350 msnm alcanzando su mejor desarrollo entre 2,400 y 2,800 msnm.

En Chiapas el área de distribución de esta especie varía desde 1,900 a 3,000 msnm prefiere los lugares más fríos, generalmente con pendientes pronunciadas o en lugares planos, donde alcanza su mejor desarrollo (Zamora, op cit).

En la Región Central de la Meseta Tarasca, Michoacán *Pinus montezumae*, comprende un rango altitudinal que varía de los 1,100 a 3,100 m (Sánchez, 1980).

Cuevas y Guzmán (1988), citan que esta especie en la Sierra de Manantlán, Jalisco, se encuentra en altitudes de 1,900 – 2,800 msnm, sin embargo, “para la zona de estudio” el rango altitudinal es muy reducido, de 2,350 – 2,400 msnm, generalmente forma masas más o menos puras, pero es más común que se encuentre asociado con otras especies de pino.

Flores (*op cit*), cita un rango altitudinal de 1,150 m como mínimo y de 3,300 m snm como máximo, aunque el desarrollo de los mejores rodales se encuentra de 2,500 - 3,000 msnm. Fuentes (1987), lo ubica en un rango altitudinal más amplio de 1,060 a 3,450 msnm.

Madrigal (1982), señala que esta especie únicamente ha sido localizada en la Cordillera Neovolcánica, sobre todo en la parte occidental, en altitudes aproximadas de 2,000 – 3,000 msnm. Forma masas puras y también se asocia con una o más de las especies de pino. McVaugh (1992), señala que su distribución comprende altitudes de 1,200 hasta 3,500 msnm, sin embargo, su óptimo desarrollo se logra entre los 2,000 y 2,800 msnm. Varona (1982), cita los valores en altitud de distribución de 900 hasta 3,350 msnm, pero alcanza su óptimo desarrollo entre 2,400 y 2,800 msnm.

En la Sierra Purépecha, Michoacán, *P. montezumae* se encuentra en laderas y barrancas en altitudes de 2,100 – 2,400 msnm (García, 1996).

5.5.- SUELOS

Los suelos donde se desarrolla *Pinus montezumae* son de origen volcánico, con buen drenaje. En el Eje Neovolcánico son 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 encuentra sobre suelos amarillo – rojizos o grisáceos arcillo limosos o migajón arenosos, profundos, con buen drenaje y pH de 6.5, contenidos medios en M.O. y N, pero bajos en Ca, K y P; en los suelos profundos y bien drenados se encuentran los mejores ejemplares. De 3 a 5 años de edad esta se mantiene en estado cespitoso, pero después se desarrolla con buenos incrementos (Eguiluz, 1978).

En Chiapas las condiciones de los suelos presentan las siguientes características: textura arcillosa, arcillo-limoso y migajón – arcilloso; de color café, café oscuro, café rojizo, rojo;

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México.

pH entre 5.5 y 8.0, drenaje medio; profundidad de 0.60 m los someros a 3 m. los profundos (Zamora, op cit).

Cuevas y Guzmán (1988), indican que *P. montezumae* corresponde a los bosques subtropicales, desarrollándose en laderas de cerros, rara vez en llanuras, asociado frecuentemente con otras especies de pinos y prospera mejor sobre suelos maduros y profundos, con buen drenaje.

En la Sierra Purépecha, Michoacán esta especie crece en suelos Andosoles, con pH ácido, profundos, de textura migajón arenoso a arena migajosa, color pardo o café, de buen drenaje y en general son suelos fértiles (García, op cit).

5.6.- ESPECIES ASOCIADAS

Como ya se ha indicado, *Pinus montezumae*, se encuentra formando masas puras o más o menos puras, sin embargo, lo más común es que se encuentre asociado ya sea con una o varias especies de pino, siendo por lo regular las siguientes especies: *Pinus oocarpa*, *P. maximinoi* (*P. tenuifolia*), *P. duranguensis*, *P. lawsonii*, *P. devoniana*, *P. arizonica*, *P. pseudostrobus*, *P. leiophylla*, *P. engelmannii*, *P. cooperi*, *P. hartwegii*, *P. rudis*, *P. strobus* var. *chiapensis*, *P. ayacahuite*, *P. teocote*, *P. douglasiana*. Así mismo, se asocia con *Abies religiosa*, *Cupressus lindleyi*, *Alnus firmifolia*, *Quercus* spp, *Arbutus* spp., *Alnus jorullensis*, *Prunus serotina* subsp. *Capuli*.

Patiño (1970, citado por Bello, 1984), describe los efectos producidos por el fotoperíodo en el crecimiento de *Pinus montezumae* y *P. patula*, concluyen que la duración del día (horas/luz) es un factor primordial en el inicio del crecimiento en las yemas.

Eguiluz (1978 citado por Aldana y Aureoles 1991), indica que dentro de las tendencias evolutivas del género *Pinus*, en cuanto a la fenología, el ciclo reproductivo es altamente afectado por las diferencias climáticas, no obstante, son neutrales desde el punto de vista del fotoperíodo, ya que floración no es afectada por los días largos o cortos.

En un estudio epidométrico de *P. montezumae* realizado en el Estado de Puebla, Rodríguez (1980, citado por Aldana y Aureoles, 1991), considerando la altitud, exposición y pendiente, mediante un análisis de correlación se concluyó que la altitud tenía muy poca influencia en el crecimiento en altura.

Lanner (1986, citado por Aldana y Aureoles, 1991) considera que el patrón de crecimiento es una adaptación del género *Pinus*, ya que ambiente físico limita el crecimiento, especialmente

por las barreras climáticas, de las cuales las heladas y las sequías son las principales que actúan como presión selectiva.

6.- SILVICULTURA

6.1- Fenología

En la Silvicultura uno de los aspectos de gran importancia lo constituye sin duda la fenología, la cual Hinojosa (1979, citado por Aldana y Aureoles, op cit), define de la siguiente forma “Es el estudio de los fenómenos biológicos arreglados a cierto ritmo periódico, como la brotación de yemas, las inflorescencias, la maduración de los frutos, la caída de las hojas, etc. Estos fenómenos se relacionan con el clima de un lugar y sobre todo el microclima”. Lieth (1970, citado por Aldana y Aureoles, 1991); describió la fenología como “El arte de observar fases del ciclo de vida o la actividad de plantas y animales en su ocurrencia temporal a través del año”.

6.1.1.- Floración

Niembro (1986, citado por Santillán, 1991), señala que en el *Pinus montezumae*, los primordios florales se forman durante febrero y marzo, debiendo transcurrir un lapso de 12 meses para que las flores masculinas y femeninas adquieran su completa madurez, sin embargo, de acuerdo con Patiño (1973), la floración suele prolongarse hasta abril, dependiendo de las condiciones climáticas.

6.1.2.- FRUCTIFICACION

Como en la mayoría de las especies de coníferas, los conos inician su apertura en diciembre o enero, sin embargo, la cosecha de los conos se inicia desde noviembre. Patiño (1973), hace notar que los conos llegan a la madurez a finales del otoño, 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 hábitat natural como en el Distrito Federal, puede ocurrir a los 10 años”.

La mejor época de colecta de conos fue determinada entre los primeros días de diciembre y mediados de enero (Ramírez, 1985 citado por Santillán, op cit). Para la Sierra de Manantlán,

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México.

Jalisco (Cuevas y Guzmán, 1988), en el capítulo referente a *Pinus montezumae* señalan que la época de semillación es durante los meses de septiembre y octubre.

6.1.3.- Semillas

Son triangulares, de color obscuro, de 6 a 7 mm de largo, ala café de 20 mm de largo por 7 mm de ancho (Eguiluz, 1978).

Angeles (1982), habiendo recolectado semillas de *Pinus montezumae* de 3 localidades en el Estado de Michoacán, menciona las siguientes características: forma oblonga, color café, con dimensiones de 7.5 x 3.0, 7.5 x 5.5 y 5.5 x 4.0 mm.

6.2.- PRODUCCION DE CONOS Y SEMILLAS

Patiño (1973), menciona que un metro cúbico de conos contiene alrededor de 4, 566 conos y un kilogramo aproximadamente 45, 772 semillas, con cerca de 38, 474 semillas viables por lo que el porcentaje de germinación fluctúa alrededor de 86 %.

Para el Estado de Michoacán, Angeles (1962), obtuvo los siguientes resultados:

- Peso por costal de conos en kg..... = 48
- Número de conos por costal..... = 181
- Duración secado de conos días..... = 13 - 27
- Peso de semilla por conos en kg = 0.016
- Peso de la semilla/costal de conos en kg = 0.950

Pruebas físicas.

Para este propósito se emplearon 10 muestras de 100 gr cada una, habiéndose separado en tres lotes con semillas de diferentes dimensiones, obteniéndose los siguientes resultados:

- Primer lote: No. de semillas por kg: 40,000 , pureza: 96 % .
- Segundo lote: No. de semillas por kg: 27,080 , pureza: 96 %.
- Tercer lote: No. de semillas por kg: 35,640, pureza: 96 %

Pérez et al. (1988, citados por Santillán, 1991), obtuvieron los siguientes resultados para los bosques del Estado de Puebla:

- El número promedio de conos por árbol (dominantes y codominantes) independientemente del tipo de cobertura fue de 779.
- En la cobertura abierta, el promedio de conos por árbol (dominantes y codominantes) fue de 168.
- En la cobertura intermedia el promedio fue de 1,285 conos/árbol (dominantes y codominantes).
- En la cobertura cerrada se obtuvieron 171 conos/árbol (dominantes y codominantes).

De los modelos de predicción en la producción total de conos, se eligió el modelo general linealizado, por su mejor ajuste:

$$\text{Log CT} = 1.5477232 \log \text{DN} - 1.35421437 \log \text{ALT} + 0.77962505 \log \text{VC} + \text{Ei.}$$

Donde:

- CT = Producción total de conos por árbol.
- DN = Diámetro normal.
- ALT = Altura del árbol.
- VC = Volumen aparente de copa.

Las conclusiones que se derivaron de éste estudio fueron las siguientes:

- La producción total de conos por árbol presentó una alta variación debido a las diferentes condiciones de desarrollo de los árboles muestreados.
- Las características de mayor influencia en la producción de conos son el diámetro normal, la altura total, el diámetro promedio de copa y el volumen aparente de la copa.
- La cobertura media del dosel es la que presentó mayor producción de conos por árbol, en comparación con las coberturas abierta y cerrada.

- La posición relacionada con la mayor producción de conos es la dominante, seguida por la codominante y la intermedia. Los árboles suprimidos se caracterizaron por la ausencia de conos.

Musálem (1984, citado por Santillán *op cit*), obtuvo en promedio 144 semillas por cono y un promedio de germinación de 37%, por lo que 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.

6.3.- DISPERSION DE LAS SEMILLAS

La dispersión de las semillas de *Pinus* se efectúa principalmente por la acción del viento y favorecida por el ala que presentan la mayoría, sin embargo, es posible que también ocurra por el arrastre del agua, por aves o roedores.

Acosta (1986, citado por Santillán, 1991), llevó a cabo estudios sobre la dispersión, cantidad y calidad de la semilla de *Pinus montezumae*, empleó para tal fin trampas bajo 3 condiciones de dosel. Obtuvo que la mejor calidad se presentó en el bosque natural con 63% de semillas llenas; en el bosque de corta parcial fue de un poco más de 50% de semillas llenas y la más baja calidad se obtuvo en la corta a matarrasa, con promedio de 36.7% de semillas llenas.

El mismo autor (Acosta, 1986), observó dos periodos de dispersión de: febrero a abril y de mayo a junio y para mediados de marzo, ya se había dispersado más del 50% de las semillas llenas. La distancia de dispersión varió de 15 a 45 m, pero a fin de asegurar al menos 70% de semillas llenas en fajas de matarrasa, éstas podrían hacerse con anchura máxima de 25 m, aunque el hecho de obtener mejor calidad de semilla en el bosque natural, parece indicar que es mejor usar la variante de árboles padres en grupos.

Así mismo, probar otras alternativas diferentes a las de matarrasa en fajas, como pueden ser círculos, triángulos y cuadrados, e investigar la dispersión de semilla en diferentes densidades residuales.

Con respecto a la depredación de las semillas, Musálem (1984, citado por Santillán, op cit), efectuó una serie de experimentos, en los cuales encontró que los roedores consumen más semillas que las aves y que entre ambos consumen hasta 78% de las semillas no protegidas que se depositaron en el piso forestal.

6.4.- PLAGAS Y ENFERMEDADES

Pinus montezumae es atacado por el descortezador *Dendroctonus mexicanus* al cual es medianamente resistente; otra plaga es el *D. valens* que ataca solamente la base del árbol sin llegar a causar la muerte; los descortezadores del género *Ips* lo atacan solamente cuando está debilitado por causa de incendios o rayos, con las especies *Ips calligraphus*, *Ips cribicollis* e *Ips grandicollis* (Del Río, 1985, Del Río y Mayo 1988; citados por García, 1996).

Los conos y semillas son atacados por *Conophthorus conicolenses*, *Megastigmus albifrons* y *Dioryctria eriphropasa*; las yemas principales y de las ramillas son afectadas por *Eucosma sonomana* ocasionalmente los árboles son defoliados por *Neodiprion guilletei* y *Zadiprion vallicola* (Del Río, 1985).

Las especies que ocasionan enfermedades en esta especie de pino son las royas de los conos *Cronartium conigenum* y ataques fungosos en las hojas, provocados por *Lophodermium pinastri*, que causa severas defoliaciones pero sin llegar a causar la muerte de los árboles (García, 1996).

Arceo (1980), realizó la evaluación de los factores de mortalidad en conos y conillos de esta especie en un área semillera a partir de un grupo de 1000 conillos, habiendo encontrado 13 factores de mortalidad que en total destruyeron al 77.40 %. La especie *Conophthorus ponderosae* ocupó el primer lugar en daño con 41% de mortalidad, *Cronartium conigenum* un 7.46 % y *Cecidomya bisetosa* con 4.39 %, entre los más importantes.

Apolychrosis synchysis es el lepidóptero más destructor de conos y semillas, ya que se han encontrado infestaciones hasta de 70%, *Conophthorus conicolens* causa la muerte hasta de 60% de conos, *Megastigmus albifrons* hasta 4% y cada larva de *Cydia montezumae* destruye de 8 a 10 semillas y presentan hasta 12 larvas por cono de *P. montezumae*, que es el principal hospedero (Cibrián et al., 1986, citado por Santillán 1991).

6.5.- PLANTACIONES

Aunque se considera que la regeneración natural es con frecuencia un medio confiable para el establecimiento del rodal, la regeneración artificial puede ser preferible en algunas situaciones, en particular cuando se trata de un manejo intensivo de los bosques cosechados a intervalos cortos (Young, 1992).

La regeneración artificial ofrece las siguientes ventajas sobre la regeneración natural (Young, *op cit*):

- El establecimiento del rodal puede ser más confiable porque no depende de la ocurrencia de un buen año en cuanto a semillas o de la distancia a la que se dispersan las semillas por el viento. Si se hacen grandes claros por la matarrasa, con frecuencia es necesaria la regeneración artificial, para asegurar la regeneración adecuada en la porción central.
- La regeneración artificial aumenta las posibilidades de una rápida reforestación.
- El tiempo adecuado de la regeneración artificial puede planificarse, a fin de que coincida con las condiciones climáticas favorables y para evitar la sequía.
- Hay mayor control sobre la composición de las especies. Permite la opción de cultivar bosques puros o de especies no nativas o poco comunes, en áreas donde el resultado esperado de la regeneración natural serían rodales mixtos con especies de menor valor.
- Hay mayor control sobre el espaciamiento de los árboles y su crecimiento subsecuente. A menudo, las plantaciones se establecen en hileras a distancias predeterminadas para optimizar el crecimiento del rodal, reducir la variabilidad en las tasas de crecimiento y permitir un acceso más fácil para el equipo mecanizado.
- Las semillas o las plántulas, pueden derivarse de árboles genéticamente superiores.

6.6.- RECOLECCION DE SEMILLAS

La etapa reproductiva de *P. montezumae* en el bosque natural se inicia a los 14 años, sin embargo, bajo cultivo fuera de su hábitat natural puede ocurrir a los 10 años. Los conos se desarrollan y maduran en el otoño del mismo año, aunque en algunas ocasiones llega a ocurrir hasta el invierno (Patiño, 1973; Jasso, 1986; Pérez, 1988; citados por Franco, 1997).

La mejor época para la recolección de conos maduros, debe efectuarse entre los primeros días del mes de diciembre y mediados de enero (Patiño, 1973).

Con respecto a las prácticas llevadas a cabo para la producción de plantas, además de conocer los aspectos fenológicos de la especie, una vez iniciada o terminada la recolección de conos, es necesario tener muy en cuenta las siguientes recomendaciones: en el patio de secado o lugar de almacenamiento debe contarse con buena ventilación, para favorecer la pérdida de humedad; la apertura de conos se puede realizar aprovechando la radiación solar o artificial.

Si se realiza por sol el proceso puede tardar hasta 4 semanas y después de este período se habrá liberado la mayor parte de la semilla; el resto que queda en los conos se puede extraer golpeándoles unos con otros o introduciéndoles en un cono giratorio, cuyas paredes son de malla de alambre por donde saldrá la semilla aún con ala. El desalado se puede efectuar en forma manual o mecánicamente: en el primer caso basta frotar las semillas con las manos cubiertas con guantes o en un pequeños arnero de malla de alambre; el proceso se complementa eliminando la basura con ayuda del viento, ya sea de manera natural o con un ventilador (García, 1996).

Si el desalado se lleva a cabo de manera mecánica, se introducen las semillas en un cilindro con paredes de malla de alambre cuyo interior tiene unas cerdas suaves que facilitan el desalado. Otra forma muy práctica es por medio de un taladro grande, pero en lugar de colocar la broca se pone una guía de 30 – 40 cm, que en la parte cercana a la punta tenga algo similar a aspas. Esta extensión servirá para introducirla en un recipiente con agua y donde la semilla con ala se desprende con cierta facilidad, por una parte por la diferencia de densidades del ala y la semilla y por otra debido al movimiento del taladro. García, (op cit)

6.7.- PRODUCCION DE PLANTAS EN VIVERO

La reproducción en vivero de *Pinus montezumae* se efectúa de manera similar a todas las coníferas, aunque para romper el estado inicial cespitoso se adiciona mayor cantidad de nitrógeno que el empleado para otras especies (García, 1996). Se han realizado estudios de fertilización al sustrato, en los cuales se registran las mayores alturas y producción de materia seca, se obtienen al mezclar de 138 a 277 gramos de urea más 3,337 a 8,883 gramos de superfosfato de calcio triple por metro cúbico de sustrato (Peña, 1994).

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México.

La fertilización debe incluir la adición de 3 kg con la fórmula 0-46-0 u Osmocote 18-6-12 por metro cúbico de sustrato; durante la fase de establecimiento aplicar de 50 – 75 ppm de nitrógeno, en la etapa de rápido crecimiento de 175 – 200 ppm de N y en la de templamiento 50 ppm de N, complementando la nutrición con la fórmula foliar 32 – 15 – 05 con una aplicación quincenal para proporcionar los elementos menores (García, *op cit*).

La producción de planta empleando suelo, continúa siendo una práctica común y la micorrización se asegura con el empleo de mantillo, también conocida como “tierra de monte” que se utiliza en proporciones de 40 – 60% por 40 – 60% de suelo con textura franco. Recientemente se ha ensayado la inoculación con carpóforos de hongos micorrízicos, como *Laccaria laccata* y esporas de *Scleroderma texense*, especies con las que se ha logrado una buena simbiosis, aunque existen otras especies asociadas. García (*op cit*).

Esta especie se ha propagado a raíz desnuda con buen éxito mediante la siguiente metodología: Formar camas de crecimiento con una mezcla de 60% de tierra de monte + 40% de suelo franco y para evitar el deslave del sustrato se utilizaron tablas de 15 cm; la densidad fue de 160 – 200 plantas por metro cuadrado. Esta tecnología es apropiada para producción a baja escala, o sea de 20 000 a 200 000 arbolitos/año, considerando que para que sea costeaable una producción mecanizada, el vivero debe producir al menos 10 millones/año (García, 1996).

Una de las grandes zonas de distribución de *Pinus montezumae* es el Eje Neovalcánico, donde forma los bosques más extensos y es en consecuencia la más importante económicamente. En el Estado de México se encuentra en 39 de los 43 municipios en cantidades importantes (Rodríguez, 1997). Por otra parte Galván (1983, citado por Alvarado, 1985), indica que en 1982, esta especie se produjo en 23 de los 38 viveros forestales que existen en el centro del país. Aunque se carece de información, es probable que la producción efectuada por PRONARE sea también importante.

6.7.1.- GERMINACION

Krugman *et al* (1974), (citado por Villagómez, 1987), consideran que el proceso de germinación comprende un grupo de eventos secuenciales que conducen a la emergencia de un embrión y el subsecuente desarrollo, hasta que es capaz de fotosintetizar y no depender ya de los tejidos de reserva para su supervivencia. También ha sido definida “... como el proceso mediante el cual, el embrión de la semilla adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético, que lo convertirá en una planta adulta ”.

Se considera que una semilla ha germinado, cuando emite la radícula en el laboratorio o cuando emerge del suelo en las siembras en tierra. Sin embargo, no todas las semillas que emiten la radícula u otro órgano, a través de la cubierta, son capaces de producir una planta con probabilidades de llegar a ser adulta, por lo que en el laboratorio no se consideran como semillas germinadas las que originan plántulas anormales o que presentan defectos que les impedirán el desarrollo posterior (Villagómez, 1987).

Con respecto a *Pinus montezumae* las semillas están aptas para germinar desde el momento de su liberación y el porcentaje de viabilidad y germinación supera el 90%, sin embargo, los períodos de observación fueron de 6 meses en el primer caso y de 4 meses en el segundo (Musálem, 1984; Velázquez y Musálem, 1986, citados por Badillo, 1992). Angeles (1962), llevó a cabo dos ensayos de germinación: en el laboratorio, utilizando algodón en cajas de Petri tapadas con embudos de vidrio, (“ Germinador Toumey”) y germinadora eléctrica marca (“ Burrows”) a temperatura constante de 30 °C; el otro ensayo lo realizó en campo abierto (intemperie), con diferentes tipos de suelos, en macetas de barro, habiendo utilizado para ello tres muestras de semillas, habiendo obtenido los resultados siguientes:

Laboratorio:

- Algodón = 11 días . % de Germinación = 100
- Germinador “ Toumey “ = 10.3 días % de Germinación = 72
- Germinadora “ Burrows “ = 25 días % de Germinación = 82

A la intemperie:

Los resultados de las tres muestras analizadas en los cinco diferentes tipos de suelos, los resultados en promedio (de las 3 muestras) fueron de : 26.8 días y en cuanto a la germinación fue de 78.2 %.

Las semillas de *Pinus montezumae* no requieren de tratamiento pregerminativo, ya que no presentan problemas de latencia, solamente es necesario colocarlas en el medio propicio para que la germinación se lleve a cabo. Este proceso por lo general dura entre 8 y 12 días, período que puede acortarse si se estratifica la semilla por lo menos dos semanas a temperaturas de 0 a 4 °C, de preferencia en una cámara fría (García, 1996).

Terrazas (1986, citado por Santillán 1992), realizó la extracción artificial de semillas en conos de esta especie, con el fin de acelerar el tiempo de apertura de conos. Utilizó dos tipos de estufa, cinco tamaños de cono y seis rangos de temperatura; los resultados fueron los siguientes:

- Al emplear estufas sin la circulación del aire, las temperaturas mayores de 40 °C afectan negativamente la germinación, obteniéndose el valor de 15.71 %.
- En estufas con circulación de aire, se pueden utilizar temperaturas hasta de 70 °C sin afectar significativamente los porcentajes de germinación, para este caso fue de 69.85%.
- Los mejores porcentajes de germinación (similares a los de secado al aire libre) para cualquier tamaño de cono, se obtuvieron con estufas de circulación de aire a 40, 50 y 60 °C, durante períodos de 36, 28 y 23 horas respectivamente.

En otra investigación (Musálem, 1984), se concluye que las semillas de esta especie no germinan a menos de 5 °C ni más de 40 °C, con el rango óptimo entre 20 y 30 °C; considerando la temperatura y el fotoperíodo, la germinación óptima se obtuvo con 16 horas de luz a 15 °C y con 8 horas de luz a 25 °C .

Para evaluar la sobrevivencia, se efectuaron varios experimentos con siembra de semilla y plántulas en campo (Musálem,1984, citado por Santillan,1991) se obtuvieron las siguientes conclusiones, las cuales sirven de base para el manejo temprano de la regeneración natural:

Prueba con diferentes intensidades de luz:

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

6.7.2. PLANTACION

González (1978), efectuó la evaluación del crecimiento en las plantaciones forestales, de la Cuenca Presa de Cointzio, Michoacán, encontrándose *P. montezumae* entre las 15 especies, con superficie total de plantación de 189.62 ha, realizada los años de 1963, 1971, 1973 y 1974.

Otras experiencias son las plantaciones efectuadas en Capacuaro y Angahuan, Michoacán (9.7 y 15.2 años en 1996 respectivamente). Para las condiciones de la Sierra Purépecha, esta especie es de gran importancia, ya que es conveniente manejar una o varias especies debido a que el monocultivo no es deseable, ya que se favorecen las condiciones propicias para la difusión de plagas (García, 1996).

La densidad a plantar de *Pinus montezumae* depende del producto a obtener, por lo regular varía entre 2x2, 2.25 x 2.25, 2.5 x 2.5 y 2.75 x 2.75 m. Por el ritmo de crecimiento y dependiendo de la calidad de estación, el primer aclareo se puede aplicar a los 9 –12 años, el segundo a los 14 – 17 años y la corta final a los 22 – 27 años (García, op cit).

6.8. CRECIMIENTO E INCREMENTO

En general, *Pinus montezumae* rinde de 6 a 12 m³/ha/año, sin embargo, en suelos de buena calidad estos rendimientos pueden ser mejorados. Con la técnica de análisis troncales, los patrones de crecimiento en altitudes de 3,000 a 3,300 msnm, se concluye que esta especie alcanza en promedio un crecimiento de 1.9 m a los 10 años de edad y 31.4 m. a los 70 años, el incremento medio anual en altura a los 40 años de edad y el incremento corriente anual, culmina a los 30 años en promedio (Rodríguez, 1997).

Con relación a la altitud, el máximo crecimiento se presenta en altitudes de 3,000 a 3,100 y de 3,101 a 3,200 msnm a los 70 años, de edad, con 32.4 y 31.8 m de altura respectivamente. El crecimiento en diámetro normal varía de 5.5 cm a los 10 años de edad a 46.5 cm a los 70 años. El incremento medio anual culmina a los 40 años y el incremento corriente anual culmina entre los 10 y 20 años de edad, concluyéndose que no existe efecto significativo de la altitud en el crecimiento en diámetro.

En volumen los crecimientos son de .008 m³ a los 10 años de edad y de 2.96 m³ a los 70 años de edad; el incremento medio anual culmina a los 70 años y el incremento corriente anual culmina entre 60 y 70, sin que exista efecto significativo de la altitud en relación con el crecimiento en volumen.

6.8.1.- Calidad de estación

“La capacidad productiva de los suelos en relación con las masas arboladas de *Pinus montezumae*, ha sido determinada a través de análisis troncales, relacionando la altura dominante y las características edáficas, mediante la técnica del levantamiento de suelos

propuesta por Ortíz y Cuanalo (1980). Los resultados indican que la especie prospera en tres clases de calidad de estación: rica, media y pobre, calificadas a la edad base de 50 años, a las cuales alcanza alturas de 24.8, 24.1 y 22.2 m respectivamente. Las características edáficas con mayor influencia tienen en el crecimiento en altura y que determinan la calidad de estación son: el pH, contenido de limo y arcilla de la capa de suelo de 0 a 50 cm de profundidad y el contenido de arcilla de la capa de suelo de 50 a 100 cm de profundidad (Rodríguez, 1982, 1997).

6.8.2.- Tablas de producción

Las tablas de producción consisten de una serie de valores tabulares de las características dasométricas de una masa arbolada, con edades sucesivas, a un cierto nivel de densidad y para un índice determinado de sitio (Rodríguez, 1997).

Se han determinado para esta especie, tablas de producción, a través de inventarios forestales con sitios de 0.1 Ha elegidos en base a edades sucesivas de masas coetáneas en diferentes condiciones de sus distribución natural, por lo que dichas tablas se denominan empíricas ya que únicamente son referidas a las calidad de estación y de densidad promedio, por lo que sus estimaciones sólo proporcionan una idea del potencial de desarrollo de los rodales a lo largo de su espectro de vida. Las mismas tablas pueden ser empleadas como una herramienta preliminar en la planeación de intervenciones silvícolas, hasta que se desarrollen tablas de producción basadas en sitios permanentes de muestreo (Carrillo, 1984, citado por Rodríguez, op cit).

Las estimaciones de cada una de las características dasométricas, también pueden ser efectuadas a través de modelos de predicción en cada caso.

Dentro de los resultados relevantes obtenidos en estas tablas resaltan los siguientes:

- El número de árboles por hectárea varía de 6728 a los 10 años de edad a 63 a los 80 años.
- La altura varía de 4.3 m a los 10 años de edad a 35.2 m a los 80 años.
- El diámetro normal varía de 5.9 cm a los 10 años de edad a 52.4 cm a los 80 años.
- El volumen por hectárea varía de 67.2 m³ a los 10 años de edad a 701.8 m³ a los 60 años, a partir de la cual la mortandad del arbolado aumenta considerablemente, por lo que se recomienda realizar la corta de regeneración a esta edad. Y también debido a que las dimensiones alcanzadas son de 26.6 m en altura y de 39.5 cm de diámetro normal, las cuales pueden considerarse como buenas medidas comerciales para aserrío.

De las conclusiones y recomendaciones relevantes obtenidas por Carrillo (1984), se citan las siguientes:

- Entre los 10 y los 20 años de edad hay una brusca disminución (hasta de un 43%) en el número de árboles/ha.
- Entre los 10 y los 80 años de edad, hay un volumen de mortalidad con pérdida acumulada hasta de 300 m³/ha.

- El máximo volumen se presenta a la edad de 60 años y las curvas de imaxe y volumen con corteza, se cruzan a la edad de 45 años.

Recomendaciones:

- Para condiciones similares de calidad de estación y densidad, es posible recuperar volúmenes perdidos por mortandad natural por medio de aclareos, iniciándolos a los 20 años, cuando está próxima la culminación del incremento corriente anual en altura y antes de que culmine el incremento diamétrico.
- Dependiendo de las posibilidades de utilización de los productos (dimensiones de materia prima), el turno podría establecerse entre los 45 y 60 años.
- Después de los 60 años es incosteable mantener el rodal, debido a la disminución de las existencias maderables (capital).
- 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.

Se han determinado modelos de predicción del crecimiento y rendimiento, empleando información de sitios permanentes de muestreo en rodales puros, coetáneos de edad madura y de alta densidad. La predicción del rendimiento fue realizado mediante dos procedimientos; el primero utilizando las técnicas de totalidad del rodal a partir del modelo de Schumacer para predecir volumen actual y el volumen futuro y la segunda forma empleada en la predicción del rendimiento fue mediante el ajuste de modelos de distribución diamétrica de la función de distribución Weibull. En ambos casos las variables predictoras consideradas fueron el índice de sitio y la densidad del rodal, expresada a través del área basal (Acosta, 1991, citado por Rodríguez, *op cit*).

Para estimar los parámetros de la función Weibull, las variables predictoras empleadas fueron el área basal y diámetro normal, proyectándose para predecirlos a edades futuras; para estimar el número de árboles por hectárea a edades futuras, se ajustó una función de mortalidad.

6.9.- TABLAS DE VOLUMENES.

Rodríguez y Moreno (1982), mediante información derivada de análisis troncales, determinaron un modelo de predicción de volumen total de fuste sin corteza, a partir del diámetro normal sin corteza y altura total, obtuvieron un modelo logarítmico, el cual tuvo un coeficiente de determinación elevado, bajo cuadrado medio del error y altamente significativo, siendo el modelo el siguiente:

$$\text{Log. Vol}_{sc} = -9.20360831 + 1.88663777 \\ \text{Log Dn} + 0.84536093 \text{ LogAlt.}$$

Carrillo (1984, citado por Santillán 1991), 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.

7.- METODOS SILVICOLAS

El establecimiento, composición, estructura, crecimiento y desarrollo de masas arboladas a través de intervenciones silvícolas para mejorar o favorecer el cultivo de los bosques son parte de los objetivos de la silvicultura y del manejo forestal.

El cultivo de los bosques conformados por masas de *Pinus montezumae*, principalmente en su área de mayor desarrollo natural, como lo es la centro de México (Hidalgo, Estado de México, Puebla, Tlaxcala y el Distrito Federal), la superficie total arbolada de esta región es de 1.6 millones de hectáreas de bosques de clima templado y frío (Rodríguez, 1997).

Históricamente esta especie ha sido aprovechada mediante la creación de los métodos de manejo siguientes: Método mexicano de ordenación de montes, Método de Desarrollo Silvícola y recientemente se ha estado aprovechando en el Estado de México mediante la aplicación del Sistema Integral de Manejo de Bosques y Aplicaciones Terrestres (SIMBAT).

Los resultados de la aplicación de los dos primeros Métodos de Ordenación, junto con la frecuencia e intensidad de diferentes disturbios (incendios, ataque de insectos, enfermedades y disturbios originados por el hombre) han dado origen a estructuras coetáneas e incoetáneas (Rodríguez, op cit). El fuego es la clase de disturbio regenerativo más común, el cual mata el bosque desde su base hasta arriba (Smith, 1981, citado por Rodríguez, op cit). Por otra parte, los rodales de *P. montezumae* son mayormente afectados por incendios incompletos, debido a que son causados durante la época de sequía en el sotobosque, por todo esto se ha indicado la importancia del fuego como un disturbio regenerativo en rodales de *P. montezumae* (Rodríguez, op cit).

Con respecto a las cortas de regeneración, los rodales de *P. 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 la especie se debe tratar con cortas sucesivas o alguna de sus modalidades (Musálem, 1984, citado por Santillán, 1991).

En el segundo caso, es posible emplear matarrasas 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 se empleó tradicionalmente, para la regeneración de la especie, no es la mejor alternativa (Santillán, op cit).

Rodríguez (op cit), señala que se han realizado evaluaciones con la finalidad de determinar las características dasométricas de la regeneración establecida, después de 2 años de aplicada la corta de regeneración a través del método de árboles padres, en masas puras de *P.*

montezumae, indicaron que la estructura vertical de la regeneración tiende a ser coetánea en términos de altura de la regeneración.

Con el propósito de manejar adecuadamente a esta especie Rodríguez (op cit), cita las siguientes recomendaciones:

- En actividades de recolección de semilla se recomienda se inicie la colecta de conos a partir del mes de diciembre y máximo hasta mediados del mes de febrero.
- Se recomienda se colecten conos de arbolado dominante, creciendo en estructuras de densidades medias (entre 60 a 80% de cobertura arbórea).
- Se recomienda se apliquen las cortas de regeneración durante la época de invierno, como máximo durante todo el mes de enero, con la finalidad de que se tenga una adecuada dispersión de semilla, en los meses posteriores y además con las actividades de extracción se haga una remoción del suelo y se ponga el suelo mineral en contacto directo con la semilla.
- De acuerdo con las distancias óptimas de dispersión de semilla, se recomienda se dejen en pie cuando menos 20 árboles padres por hectárea, homogéneamente distribuidos, para tener un cubrimiento adecuado del sitio con semilla.
- En lugares difíciles para el establecimiento de la regeneración, se recomienda que el tratamiento silvícola más adecuado tiene que ser uno que combine un cierto grado de protección contra radiación solar directa y bajas temperaturas durante la germinación y los estadios iniciales de establecimiento, con una liberación posterior de la regeneración a partir del segundo año.
- En lugares sujetos a eventos de disturbio constantes, se recomienda se realice la siembra directa durante los meses de junio a agosto, de preferencia aplicando una preparación previa al terreno a través de limpia o remoción.
- En aquellos casos que se presente la regeneración de manera excesiva concentrada en manchones se recomienda se realice una redistribución de brinzales, tratando de cubrir homogéneamente el sitio.
- Se recomienda la utilización de las guías de densidad determinadas para esta especie, para la definición de intensidades de aclareo de acuerdo a objetivos específicos de manejo forestal.
- En base a los resultados de crecimiento de la especie y en base a los resultados de la tabla de producción se recomienda, la aplicación de aclareos cada 10 años, en masas coetáneas de esta especie, hasta los 50 años. Se recomienda, se aplique la corta final a los 60 años de edad.

8.- FACTORES LIMITANTES

Aunque *P. montezumae* tiene amplia distribución, la adaptación exitosa de esta especie se encuentra condicionada principalmente por la altitud y el clima. No obstante que la amplitud varía de 500 hasta 3,750 msnm, el mejor desarrollo se logra entre los 2,000 y 2,800 msnm. Con respecto al clima también tiene amplia tolerancia desde los -14°C hasta 40°C , por lo que se considera una especie de zonas subtropicales, templado cálidas y templado frías; la temperatura se encuentra entre 10°C y 19°C y como promedio 12°C . May (1971, citado por Rodríguez, op cit), señala al respecto que esta especie prospera en climas templados subhúmedos con precipitaciones de mayo a octubre y promedio anual de 1,000 a 1,200 mm; temperatura media de 22°C en el mes de mayo y la mínima promedio de -5°C en diciembre .

Así mismo, donde se distribuye esta especie las heladas son frecuentes, con promedio hasta 100 días, las cuales se presentan en los meses de noviembre a febrero. Zamora (1978), coincide con las observaciones anteriores e indica que *P. montezumae* por lo general se desarrolla en los lugares más fríos y requiere de suelos profundos y buen drenaje.

García (op cit), menciona que las plantaciones efectuadas con esta especie en altitudes de 1700 a 1780 msnm, han tenido muy poco éxito, ya que se obtienen crecimientos muy bajos y no ha habido buena adaptación. La especie tiene la cualidad para la recuperación de suelos, pero las plantaciones con fines comerciales deberán establecerse en altitudes y clima favorables.

Otro aspecto de gran importancia es la aplicación de tratamientos silvícolas, los cuales deben ser aplicados (de preferencia) para mantener y favorecer el desarrollo de una adecuada cosecha maderable. En todos los casos, se recomienda incluir en los planes de manejo la poda de ramas con el fin de producir madera libre de nudos, ya que por su alto contenido de resina y el grosor de las ramas, se realiza una mala poda natural, aún en espaciamientos cerrados (García, op. cit.).

A grandes rasgos el desarrollo de las plantas obedece a tres factores: clima, topografía y suelo. Sin embargo, dentro de los factores ambientales que afectan el crecimiento de los árboles, Loock (1950, en Madrigal, 1967, citado por Aldana y Aureoles, 1991), señala que la

distribución y composición de los bosques de coníferas están controlados más por la precipitación que por la fertilidad del suelo, sin embargo, las masas más extensas y mejores están invariablemente en las localidades más fértiles.

9.- CONCLUSIONES

Pinus montezumae es una especie de gran importancia desde el punto de vista ecológico y económico, con amplia distribución geográfica que le confiere un patrón de “adaptabilidad” bastante extenso. Por sus características deseables para recuperar áreas erosionadas o en proceso de degradación, su resistencia al fuego, heladas y las numerosas especies con las cuales se asocia resaltan su importancia. Sin embargo, para lograr el mejor crecimiento y desarrollo, deberán seleccionarse adecuadamente las áreas que “potencialmente” reúnan las mejores condiciones.

Los factores principales deberán tomarse en consideración al momento de la elección son los siguientes:

- Clima: El mejor desarrollo lo obtiene en los lugares más fríos, por lo que deberá hacerse énfasis en los factores limitantes, la temperatura media deberá ser en promedio de 12 °C.
- Altitudes que fluctúen entre los 2,400 y los 3,000 msnm.
- Suelos profundos y con excelente drenaje: arenoso y franco-arenoso y profundidades de 1 a 4 m.
- La calidad de madera se considera muy baja, pero para la obtención de pulpa para papel es adecuada. Y por otra parte Deberá incluirse dentro de los planes de manejo en las masas con esta especie, todas las prácticas silviculturales que ayuden al mejor desarrollo y rendimiento (podas, aclareos, quemas prescritas, etc.).

10.- BIBLIOGRAFIA

- Acosta, M. Torres J., y C. Rodríguez, 1997. Predicción del rendimiento en *Pinus montezumae* Lamb. usando modelos de distribuciones diamétricas . CIR – Centro. INIFAP- SAGAR. Montecillos, Edo. de México. México 71 – 89 pp.
- Acosta M., M. 1991. Modelo de crecimiento para *Pinus montezumae* Lamb. en el CEF San Juan Tetla, Puebla. Tesis Maestría en Ciencias Forestales. DIFICO. UACH. Chapingo, México. 87 pp.
- Aldana B., R., y S. Aureoles, C. 1991. Fenología de brotes anuales de *Pinus hartwegii* Lindl y *Pinus montezumae* Lamb. y su relación con los factores ambientales físicos, en la estación Forestal Experimental Zoquiapan, México. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México. 80 pp.
- Alvarado R., D. 1985. Tablas de vida de *Pinus montezumae* Lamb. bajo condiciones de vivero. Tesis Profesional. UACH. Capingo, México. 62 pp.
- Amaro J., E. 1986. “ Plan Forestal para el Estado de Michoacán - Necesidad de Ordenar la actividad Forestal - . Tesis profesional Ing. Agr. Esp. en Bosques . Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 150 pp.
- Angeles L., J. 1962. Sistemas y métodos de reforestación artificial adecuados a la zona de Morelia, Michoacán. Tesis Profesional. ENA. SAG- Chapingo, México 92 pp.
- Arreola V., J. 1986. Efecto de la presión osmótica en la germinación y desarrollo inicial de *Pinus patula* Schl et Cham y *P. montezumae* Lamb. Tesis profesional. UACH – División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 78 pp.
- Badillo M., M. 1992. Efecto del almacenamiento en campo en la viabilidad de las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw y *Pinus hartwegii* Lindl Tesis profesional. UACH. Chapingo, México. 56 pp.
- Bermejo, V.B. y F. Patiño, V. 1982. Variación morfológica en características de hojas y conos de *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* Mtz. En poblaciones naturales de los Altos de Chiapas. Bol. Téc No. 74 INIF-SARH. México, D.F. 47 pp.
- Borja de la Rosa M., A. 1995. Comparación de algunas características anatómicas y físico – mecánicas de madera normal y madera de compresión en *Pinus montezumae*. Lamb. Tesis profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 54 pp.

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México.

-
- Cibrián T.,D. HE., Bernard, H., Y. Hardy, O. M. y Mendez,. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México / cone and see insects of the mexican conifers . Southeastern Forest Experiment Station .Ashville North Carolina. USA 109 pp.
 - Cid V., R.M. 1965. Estudio cariológico en *Pinus montezumae* Lamb y *Pinus patula* Schl. et Cham. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. 23 pp.

 - Cuevas G., y L. Nuñez 1988. Taxonomía de los Pinos de la Sierra de Manantlán, Jalisco . Tesis Ing. Agr. Orientación Bosques. Fac. de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 42 –80 pp.
 - Del Río, M. 1980. Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp. del Campo Experimental Forestal “ Barranca de Cupatitzio” Uruapan, Mich. Ciencia Forestal . 27 (5): 17- 24. INIF - SARH. México, D.F.
 - Eguiluz P., T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género *Pinus* en México. Tesis profesional de Ing. Agr. Esp. en Bosques .ENA. Chapingo, México. 621 pp.
 - Favela L.,S. 1991. Taxonomía de *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus hartwegii* Lindl. Reporte Científico No. 26 . Facultad de Ciencias Forestales. Linares, N.L. México. 30 pp.
 - Flores R., D. 1966. Síntomas por deficiencia mineral en *Pinus patula* Schl. et Cham. y *Pinus montezumae* Lamb . Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 50 pp.
 - Fuentes S., M. 1987. Efecto de la digestión en los índices de calidad de pulpa para papel de la madera de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis Profesional. Escuela de Microbiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México .73 pp.
 - García M., J. 1996. Coníferas promisorias para reforestaciones en la Sierra Purépecha. Agenda Técnica No. 2 Campo Experimental Uruapan. Centro Investigación Regional del Pacífico Centro . INIFAP-SAGAR. Morelia, Mich. 5-16 pp.
 - González H., G.A. 1978. Evaluación del crecimiento en las plantaciones forestales en la Cuenca de Cointzio. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Morelia, Mich. 22–97 pp.
 - Jardel P.,J. 1985. Una revisión crítica del método de ordenación de bosques desde el punto de vista de la ecología de poblaciones. Ciencia Forestal. 10 (58): 4 -16 INIF – SARH. México, D.F.
 - McVaugh, R. 1909 (1992). Flora novo- Galiciana. Vol 17 Gymnosperms and Pteridophytes . The University of Michigan Herbarium. USA. 51 – 94 pp.
 - Madrigal Sánchez X. 1982. Claves para la identificación de las coníferas silvestres del Estado de Michoacán. Bol. Div. No. 58 .INIF - SARH. México, D.F. 18 – 22 pp.
 - Martínez, M. 1984. Los pinos mexicanos .Ed. Botas. México, D.F. 145 pp.

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México.

-
- 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. DGICF -SARH. México, D.F. 27 – 72 pp.
 - Meza Z., A., J. Orozco, D y M. A. Gaitán S. 1991. Taxonomía y distribución de los pinos (*Pinus*, Pinaceae) en la región septentrional de Jocotepec, Jalisco. Tesis Prof. Ing. Agr. Or., en Bosques. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 64 – 107 pp.

 - Patiño V., F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas. Bosques y Fauna 10 (49): 20 – 30. México, D.F.
 - Rodríguez F., C. 1997. La silvicultura de *Pinus montezumae* Lamb en la Región Central de México. Ciencia Forestal. 22 (81): 159 –190. CIFAP – SAGAR.
 - Rzedoswki , J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S.A. México, D.F. 431 pp.
 - Sánchez R., R. 1980. Hongos comestibles y venenosos en la región forestal de la Meseta Tarasca, Michoacán. Ciencia Forestal. 5 (27): 46 – 47. INIF- SARH México, D.F.
 - Santillán, P.J. 1991. Silvicultura de las Coníferas de la Región Central. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. DICIFO. Programa de Postgrado. U.A.CH. Chapingo, México. 157 – 171 pp.
 - Shaw, G. 1909. Los pinos de México. Edición facsimilar tomada del original. The Arnold Arboretum No. 1 Boston Mass. Traducción de F. Moncayo y G. González. México, D.F. 30 pp.
 - Varona T., J, 1982. Fomento de plantaciones de pino. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 9 – 21 pp.
 - Young R., A. 1992. Introducción a las Ciencias Forestales. Ed. Noriega Limusa. 260–270 pp.
 - Zamora S. C. 1978. Contribución al estudio ecológico de los pinos en el Estado de Chiapas. Bol. Téc. No. 56. DGICF -SARH.SFF . México,D. F. 16- 17 pp.

***Pinus pseudostrobus* Lindl. en Jalisco, México.**

INDICE

	Página
1.- INTRODUCCION	32
1.1.-Objetivos	33
1.2.- Posición taxonómica (relación con otros pinos)	33
2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA	34
2.1.- Distribución en México	34
2.2.- Distribución en el Estado de Jalisco	34
3.- DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE	34
3.1.- Nombre científico	34
3.2.- Nombres comunes	34
3.3.- Descripción botánica	34
3.4.- Descripción anatómica	36
3.4.1.- Descripción macroscópica	36
3.4.2.- Descripción microscópica	36
4.- USOS	36
5.- REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	37
5.1.- Sucesión	37
5.2.- Temperatura	37
5.3.- Precipitación	37
5.4.- Altitud	38
5.5.- Suelos	39
5.6.- Especies asociadas	40

6.- SILVICULTURA	41
6.1.- Fenología	41
6.1.1.- Floración	41
6.1.2.- Fructificación	41
6.1.3.- Semillas	41
6.2.- Producción de conos y semillas	42
6.3.- Dispersión de las semillas	43
6.4.- Plagas y enfermedades	43
6.5.- Plantaciones	43
6.6.- Recolección de semillas	44
6.7.- Producción de plantas en vivero	44
6.7.1.- Germinación	46
6.7.2.- Plantación	46
6.8.- Crecimiento e incremento	47
6.9.- Calidad de Estación	50
6.10.-Mejoramiento Genético	51
7.- METODOS SILVICOLAS.	52
8.- FACTORES LIMITANTES	52
9.- CONCLUSIONES	53
10 .- LITERATURA CITADA	55

Documento Técnico

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México

***Pinus pseudostrobus* Lindl. en Jalisco, México.**

Documento Técnico

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México

INDICE

	Página
1. - INTRODUCCION	32
1.1. – Objetivos	33
1.2. - Características sobresalientes	33
2. - DISTRIBUCION GEOGRAFICA	34
2.1. - Distribución en México	34
2.2. - Distribución en el Estado de Jalisco	34
3. - DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE	34
3.1. - Nombre científico	34
3.2. - Nombres comunes	34
3.3. -. Descripción botánica	34
3.4. - Descripción anatómica	36
3.4.1. - Descripción macroscópica	36
3.4.2. - Descripción microscópica	36
4. - USOS	36
5.- REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	37
5.1. - Sucesión	37
5.2.- Temperatura	37
5.3.- Precipitación	37
5.4.- Altitud	38
5.5.- Suelos	39
5.6.- Especies asociadas	40

Documento Técnico

Monografías de pinos nativos promisorios para Plantaciones Forestales Comerciales en Jalisco, México

	Página
6.- SILVICULTURA	41
6.1.- Fenología	41
6.1.1.- Floración	41
6.1.2.- Fructificación	41
6.1.3.- Semillas	41
6.2.- Producción de conos y semillas	42
6.3.- Dispersión de las semillas	43
6.4 - Plagas y enfermedades	43
6.5.- Plantaciones	43
6.6.- Recolección de semillas	44
6.7.- Producción de plantas en vivero	44
6.7.1. – Germinación	46
6.7.2.- Plantación	46
6.8.- Crecimiento e incremento	47
6.9.- Calidad de estación	50
6.10.-Mejoramiento genético	51
7.- METODOS SILVICOLAS	52
8. - FACTORES LIMITANTES	52
9. - CONCLUSIONES	53
10 . - BIBLIOGRAFIA	55