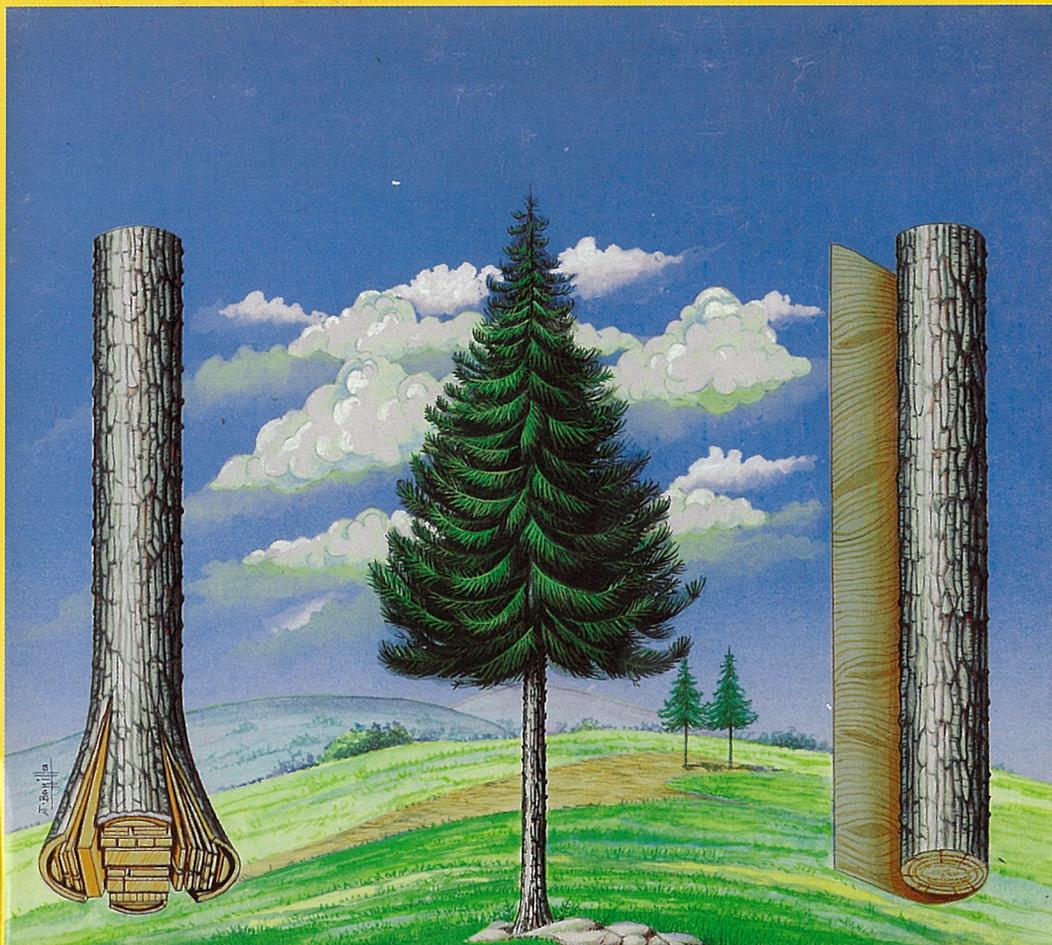


Manual para la producción de:

PINO

Pinus radiata D. Don.



CORMADERA
CORPORACION DE DESARROLLO
FORESTAL Y MADERERO DEL ECUADOR



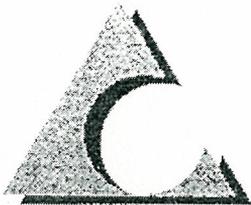
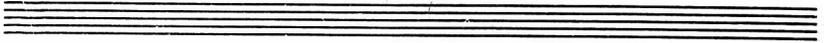
OIMT
ORGANIZACION INTERNACIONAL
DE LAS MADERAS TROPICALES

QUITO - ECUADOR



PINO

Pinus radiata D. Don.



CORMADERA
CORPORACION DE DESARROLLO
FORESTAL Y MADERERO DEL ECUADOR

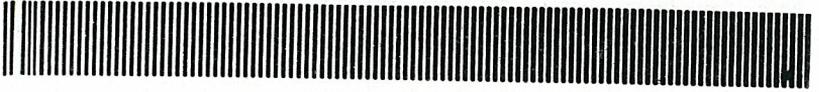


OIMT
ORGANIZACION INTERNACIONAL
DE LAS MADERAS TROPICALES

QUITO - ECUADOR

Consultor: *Ing. Washington Estrada A.*
Revisión de contenidos: *Ing. Edgar Vásquez M.*
Ing. Julio Castro B.
Ilustraciones: *Julio C. Bonilla G.*
Revisión de ilustraciones: *Ing. Nelson Chuquín P.*

Manual para la producción de



P I N O

Pinus radiata D. Don.



Consultor: *Ing.* Washington Estrada A.



Editorial EDI-U
Ecuador

EL MANUAL PARA LA PRODUCCION DE PINO ha sido elaborado bajo los lineamientos del Pre-Proyecto PPD 8/94 Rev. 2 (F) DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE UN PROGRAMA DE APOYO AL PLANFOR, ejecutado por CORMADERA bajo el auspicio de la OIMT.

La presentación y disposición en conjunto del MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PINO son propiedad de CORMADERA. Parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante sistemas o métodos, electrónicos o mecánicos (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), con consentimiento de CORMADERA.

Derechos reservados

© 1997, EDI-U

*Av. Eugenio Espejo 8-18 y José Miguel Leoro (Telf. 06-640713)
Ibarra-Ecuador*

Primera edición, 1997

Impreso en Ecuador

PRESENTACION

La Corporación de Desarrollo Forestal y Maderero del Ecuador CORMADERA, bajo los lineamientos del Pre-Proyecto PPD 8/94 Rev 2 (F) DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE UN PROGRAMA DE APOYO AL PLANFOR ha elaborado una serie de Manuales para la producción y plantación de las especies forestales más requeridas en el Ecuador. Esta serie de manuales forma parte de la base técnica que con el apoyo financiero de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales OIMT prepara CORMADERA para sentar las bases de un programa integrado de reforestación, que se está elaborando para presentar a consideración de la industria maderera, del Gobierno Ecuatoriano y de los Organismos Internacionales Financieros y de Cooperación.

El presente texto pertenece a la serie de manuales para la producción de madera de bosque plantado que progresivamente reemplazará a aquella que actualmente procede del bosque nativo.

Los manuales abarcan en forma sencilla, los aspectos básicos para la producción de madera de 10 especies, y para el manejo de viveros y plantaciones.

Al tratar principalmente los aspectos básicos, los manuales pueden servir de guía a técnicos, viveristas, reforestadores e industriales de la madera del país, puesto que se adaptan a las particularidades de nuestro entorno.

Por otra parte, los usuarios pueden complementar esta información básica con la de otros libros y con sus experiencias en el campo.

Finalmente, a nombre de CORMADERA, es grato presentar esta serie de manuales con la confianza de que cubrirá una necesidad sentida del sector forestal y con la esperanza de contribuir al desarrollo forestal equilibrado del país.

José G. Zurita
PRESIDENTE EJECUTIVO
CORMADERA

PRESENTACION

La Organización de Desarrollo Forestal y Maderero del Ecuador (ODF) y el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) han desarrollado un programa de apoyo al sector maderero y de la madera en Ecuador, con el apoyo financiero de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Este programa forma parte de la serie de manuales para la producción y el uso de la madera en Ecuador, que se están desarrollando en el marco del proyecto de cooperación técnica internacional de las Naciones Unidas para el Ecuador (UNEP/WHO/FAO) para apoyar el desarrollo del sector maderero y de la madera en Ecuador. Este programa forma parte de la serie de manuales para la producción y el uso de la madera en Ecuador, que se están desarrollando en el marco del proyecto de cooperación técnica internacional de las Naciones Unidas para el Ecuador (UNEP/WHO/FAO) para apoyar el desarrollo del sector maderero y de la madera en Ecuador.

El presente texto pertenece a la serie de manuales para la producción y el uso de la madera en Ecuador, que se están desarrollando en el marco del proyecto de cooperación técnica internacional de las Naciones Unidas para el Ecuador (UNEP/WHO/FAO) para apoyar el desarrollo del sector maderero y de la madera en Ecuador.

Los manuales están en forma sencilla, los aspectos básicos para la producción de madera de 10 especies y para el manejo de viveros y organizaciones.

Algunos manuales de los aspectos básicos, los manuales que se refieren a la ganadería, la agricultura, la silvicultura e industrias de la madera del país, pueden ser de utilidad a las particularidades de nuestro país.

En los manuales, los aspectos básicos de la producción y el uso de la madera en Ecuador, que se están desarrollando en el marco del proyecto de cooperación técnica internacional de las Naciones Unidas para el Ecuador (UNEP/WHO/FAO) para apoyar el desarrollo del sector maderero y de la madera en Ecuador.

El presente texto pertenece a la serie de manuales para la producción y el uso de la madera en Ecuador, que se están desarrollando en el marco del proyecto de cooperación técnica internacional de las Naciones Unidas para el Ecuador (UNEP/WHO/FAO) para apoyar el desarrollo del sector maderero y de la madera en Ecuador.

El presente texto pertenece a la serie MANUALES PARA LA PRODUCCION DE MADERA, la cual consta de los títulos que aparecen en la contraportada.

Con el propósito de que el lector pueda lograr la mayor asimilación de la materia tratada a través de una fácil lectura se presenta, cuando es necesario, en las páginas pares la información escrita y en las páginas impares las ilustraciones correspondientes.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PRESENTACION	5
1 INTRODUCCION	9
2. GENERALIDADES	11
3. DENDROLOGIA	12
3.1 Taxonomía	12
3.2 Fisonomía del árbol	12
3.3 Características botánicas	14
4. AUTOECOLOGIA DE LA ESPECIE	16
4.1 Distribución	16
4.2 Condiciones medioambientales	16
4.2.1 Clima	16
4.2.2 Suelos	19
4.2.3 Condiciones bióticas	19
5. SILVICULTURA	20
5.1 Recolección y procesamiento de la semilla	20
5.2 Prácticas de vivero	26
5.2.1 Producción a raíz desnuda	26
5.2.2 Producción en envases	32
5.3 Preparación del sitio y plantación	36
5.4 Laboreo en las plantaciones	42
5.5 Tratamientos silviculturales	45

5.6	Rendimiento volumétrico y sistemas de manejo silvicultural, según consumo	48
5.6.1	Sistema pionero	48
5.6.2	Sistema recomendado	51
5.6.3	Sistema de las curvas de Foot	57
6.	APROVECHAMIENTO DE LAS PLANTACIONES	58
6.1	Planificación del aprovechamiento	58
6.2	Técnicas y maquinaria	59
7.	PROTECCION	62
a)	Plagas	62
b)	Enfermedades	62
8.	UTILIZACION	63
A.	Tecnología de la madera	63
a)	Caracteres organolépticos	63
b)	Propiedades físicas	63
c)	Propiedades mecánicas	64
d)	Secado	66
e)	Preservación	66
f)	Durabilidad relativa	66
g)	Trabajabilidad	66
B	Usos	67
	BIBLIOGRAFIA	68
	BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL	68
	BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA	69

INTRODUCCION

La trascendencia económica del pino, tanto para productores forestales, industriales y otros consumidores, impulsó mayormente la elaboración del presente documento.

El propósito de este “Manual para la producción de pino” (que recoge experiencias nacionales), es proveer información ilustrada acerca de las técnicas silviculturales y de aprovechamiento sostenido de pino que garanticen el abastecimiento oportuno a una industria maderera en crecimiento; por esto, sin sub-estimar otros objetivos de plantación, este manual está orientado a la producción de madera de primera calidad, para aserrar o desmenujar.

El manual pone especial énfasis en la silvicultura, es decir, el arte de controlar el establecimiento, y manejo de los bosques, ilustrando con mayor intensidad los aspectos más importantes tales como la propagación, el cultivo de plantas en vivero, el manejo y la protección de los bosques de pino.

Una vez que se conoce la potencialidad forestal de los suelos cubiertos por bosque natural, la necesidad de recuperación de las tierras degradadas por sobre-explotación y la alta rentabilidad de una especie forestal que justifica su implantación aún en tierras agrícolas, surge la necesidad de la repoblación arbórea bajo el llamado “régimen forestal sostenido” como fundamento del desarrollo de este sector económico.

El desarrollo forestal se basa en la creciente demanda de

productos forestales que las unidades productivas deben proveer, en un ambiente que no sufra las consecuencias de la deforestación masiva, lo cual atentaría contra la propia existencia de las industrias forestales.

GENERALIDADES

El pino fue introducido por Luciano Andrade Marín en el Ecuador en 1.925. Después del eucalipto es la especie forestal mayormente plantada en la Sierra.

Se plantó en Cotopaxi con la esperanza de que se adaptara a los páramos y desde allí difundir al resto del Callejón Interandino, hasta llegar en la actualidad a unas 17.000 *ha.* en altitudes de hasta 3.750 *msnm.*

Si bien este manual se refiere a *Pinus radiata* D. Don, con facilidad podría ser aplicado a otros pinos que se plantan en la Sierra ecuatoriana, tales como el *Pinus patula* Schiede.

Los pinos son de las especies que más frecuentemente se utilizan en programas de reforestación, por su facilidad de adaptación a climas y suelos relativamente adversos, por su incremento en volumen, y por proveer de una materia prima escasa y novedosa en los trópicos.

Por otra parte, ya se conoce y está difundida su silvicultura básica, hay disponibilidad de plantas; y, se ha generalizado su aceptación dado el atractivo color y vetado de su madera.

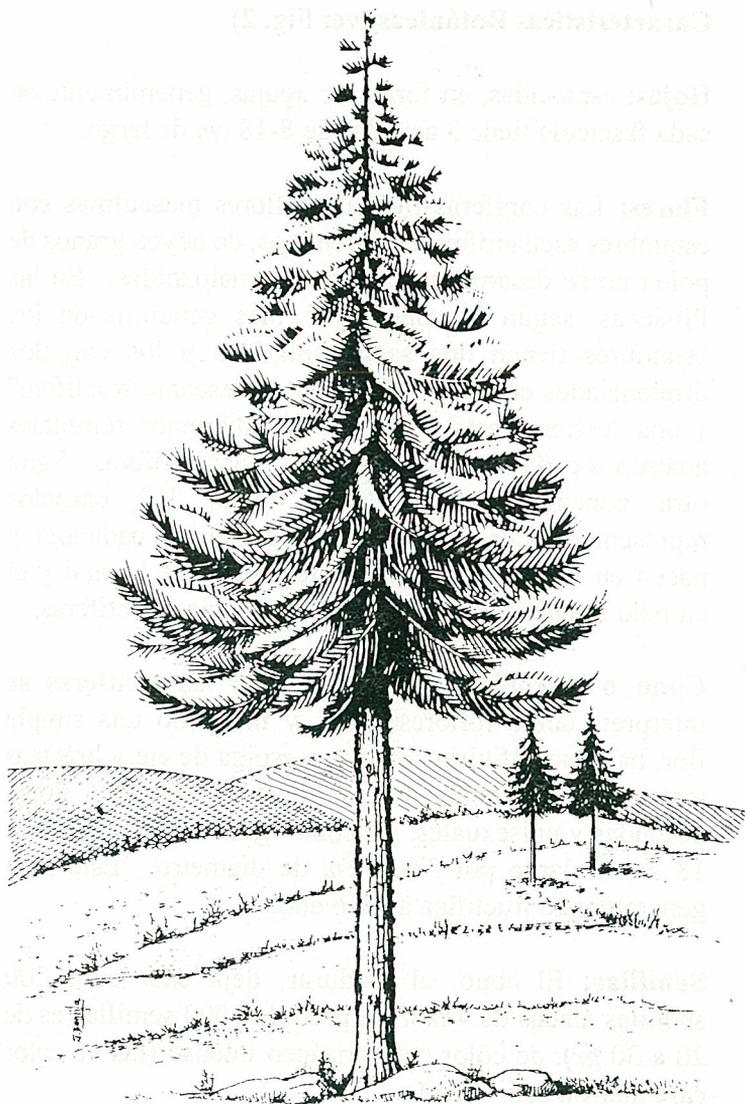


Fig. 1 Pino: árbol plus

3.3 Características Botánicas (ver Fig. 2)

Hojas; esparcidas, en forma de agujas, generalmente en cada fascículo tiene 3 acículas de 8-18 *cm* de largo.

Flores; Las coníferas tienen las flores masculinas con estambres escuamiformes o peltados, de cuyos granos de polen no se desarrollan jamás espermatozoides. En las Pináceas, según la concepción más generalizada los estambres tienen dos sacos polínicos y los carpelos diferenciados en dos porciones (una "escama fructífera" y una "escama tectriz"), con dos rudimentos seminales anátropos cada uno; polen con vesículas aeríferas. Según otra concepción, las flores tienen 1-2 carpelos representados por un sólo rudimento seminal cada uno, y nacen en la axila de una hoja tectriz, entre la cual y el carpelo se encuentran una o varias escamas fructíferas.

Cono o estróbilo; Si la piña de las coníferas se interpreta como inflorescencia, y no como una simple flor, hay que definirla como una espiga de eje y brácteas tectrices acrescentes y lignificados, con las flores desnudas y unisexuales. El cono lignificado tiene de 6 a 18 *cm* de largo por 3 a 9 *cm* de diámetro. Este pino generalmente fructifica a los 6 años.

Semillas; El cono, al madurar, deja caer unas 200 semillas aladas de 4 *mm* (el peso de 1000 semillas es de 20 a 30 *gr*), de color café grisáceo intenso (las de color café marrón son vanas).

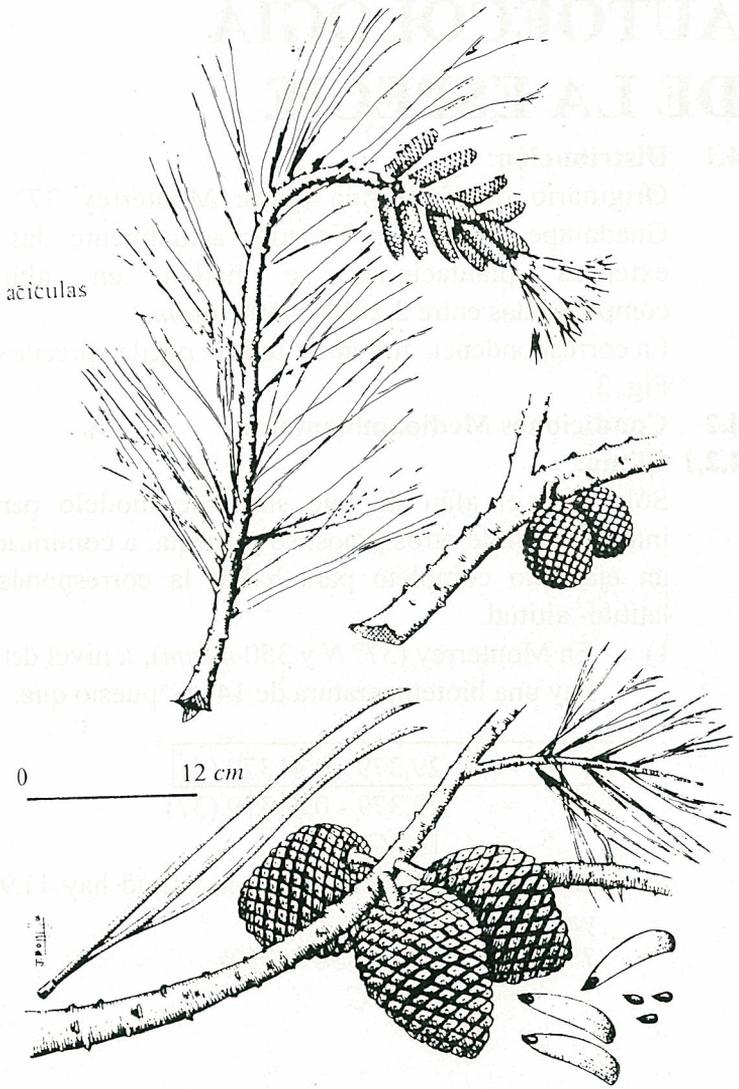


Fig. 2 Hojas, flores, conos y semillas

AUTOECOLOGIA DE LA ESPECIE

4.1 Distribución:

Originario de California (entre Monterrey 37° N y Guadalupe 29° N) en Ecuador actualmente, las más extensas plantaciones se hallan en altitudes comprendidas entre 2.200 y 3.500 *msnm*.

La correspondenci, altitud-latitud, se puede apreciar en la Fig. 3.

4.2 Condiciones Medioambientales:

4.2.1 Clima:

Sólo con el afán de que sirva de modelo para la introducción de otros pinos, se presenta, a continuación, un ejercicio completo para hallar la correspondencia latitud- altitud.

- 1) En Monterrey (37° N y 350 *msnm*), a nivel del mar hay una biotemperatura de 14° C, puesto que:

$$\begin{aligned} T^{bio} &= 29,379 - 0.41379 (L) \quad * \\ &= 29,379 - 0,41379 (37) \\ &= 14^{\circ} C \end{aligned}$$

- 2) A 350 *msnm*, conservando la latitud hay 11.9° C, ya que:

$$\begin{aligned} T^{bio} &= 14 - 0.006^{**} (350) \\ &= 11.9^{\circ} C \end{aligned}$$

* Fórmula utilizada por Holdridge para determinar las "Extensiones teóricas aproximadas de las regiones de vegetación en grados de latitud"

** C que disminuye por cada metro de altitud (Tasa de cambio de 6°C por cada 1000 m.

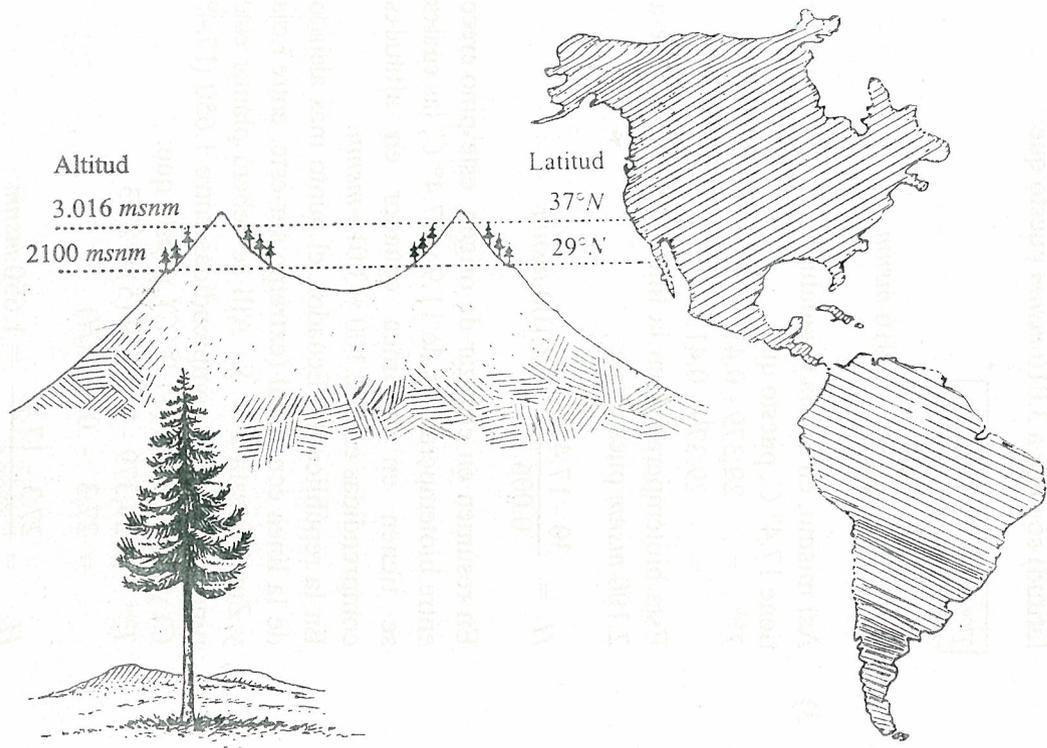


Fig. 3 Correspondencia Altitud-Latitud

Esta biotemperatura en la línea ecuador (0° de latitud) se tiene a 3.016 *msnm* puesto que:

$$T^{bio} = 30 - 0.006 (H) \quad *$$

$$H = \frac{30 - 11.9}{0.006} = 3.016 \text{ msnm}$$

- 3) Así mismo, en la isla Guadalupe a nivel del mar se tiene 17.4° C, puesto que:

$$\begin{aligned} T^{bio} &= 29,379 - 0.41379 (L) \\ &= 29.379 - 0.41379 (29) = 17.4^\circ C \end{aligned}$$

Esta biotemperatura en la línea ecuador se tiene a 2.100 *msnm* puesto que:

$$H = \frac{30 - 17.4}{0.006} = 2.100 \text{ msnm}$$

En resumen en el lugar de origen, este pino crece entre biotemperaturas de 11.9 y 17.4° C, las cuales se tienen en la línea ecuador en altitudes comprendidas entre 2.100 y 3.016 *msnm*.

En la república del Ecuador, el punto más alejado de la línea ecuatorial (extremo sur-este, entre Loja y Zumba) está a 5° S. Allí se deberá plantar este pino en altitudes comprendidas entre 1.650 (17.4° C) y 2.567 *msnm* (11.9° C), puesto que:

$$\begin{aligned} T^{bio} &= 29,379 - 0.41379 (5) = 27.3 \\ &= 27,3 - 0.006 (H) \end{aligned}$$

$$H = \frac{27.3 - 17.4}{0.006} = 1.650 \text{ msnm}$$

$$H = \frac{17.3 - 11.9}{0.006} = 2.567 \text{ msnm}$$

* Fórmula utilizada por Holdridge para determinar la biotemperatura teórica según la altitud, partiendo del nivel del mar y a 0° de latitud.

En el lugar de origen de la especie llueve desde 500 hasta cerca de 1.000 *mm.* al año, es decir es una especie propia del bosque seco basal de la región latitudinal "Templada", que en Ecuador corresponde al bosque seco Montano Bajo (de la región latitudinal "Tropical"), es decir al clima Sub-húmedo Templado .

Soporta lluvias de 2.000 *mm.*

Finalmente, el área de distribución natural corresponde a un clima mediterráneo (mayor precipitación durante la época fría) que cerca a la línea ecuador no se da, puesto que no hay épocas frías ni calientes (la temperatura es prácticamente igual en todos los meses, en un mismo sitio).

Estas últimas consideraciones, revelan la posibilidad de plantar la especie en climas algo más fríos y/o húmedos.

4.2.2 Suelos:

Como todo árbol, requiere de suelos con características que le permitan un buen anclaje.

Prefiere los bien drenados (p. ej. franco - arenosos) con algo de cal para la descomposición de la hojarasca.

En suelos fértiles compite en desventaja con las especies latifoliadas.

Es exigente en Fósforo, Boro y Zinc.

4.2.3 Condiciones Bióticas:

El pinar es el hábitat de algunos hongos micorrizógenos ectótrofos** que tienen funciones protectoras y de nutrición de los pinos

* Términos tomados del "Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador"

** Micorriza (consorcio raíz-hifas de un hongo) que no penetra en las células del hospedante.

SILVICULTURA

5.1 RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE LA SEMILLA

Según Betancourt, A. (1), de entre las técnicas más importantes para lograr el desarrollo exitoso de los planes de reforestación forestal, tienen especial interés las de cualificación y recolección de los conos y la extracción y procesamiento de la semilla (Ver. Fig. 4)

Idoneidad de los conos

Determinar en qué momento los conos deben ser recolectados, es un asunto al cual hay que prestarle especial atención. El técnico encargado de dirigir las labores de recolección de los frutos, debe visitar las masas semilleras y tomar algunos conos de diferentes partes de las copas de distintos árboles, para determinar el grado de madurez de los conos. Las normas establecen que de cada árbol seleccionado se obtengan 6 frutos (3 de la parte superior de la copa y 3 de la inferior); y que se tomen muestras por lo menos de 3 ó 4 árboles por cada 20/ha. Si la masa semillera está situada en sitios de topografía ondulada o montañosa, las muestras deben representar las partes altas, medias y bajas de las elevaciones del lugar.

Los conos recolectados se cortan longitudinalmente y se abren para observar las semillas. Cuando éstas han adquirido su característica coloración café grisácea y han cambiado su

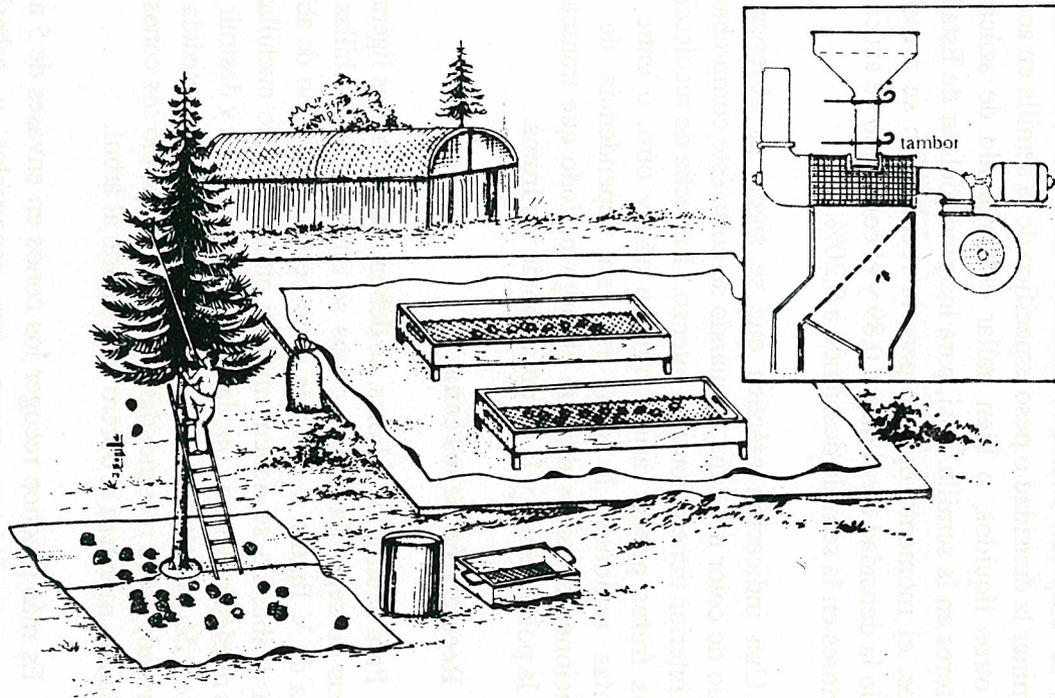


Fig. 4 Recolección y procesamiento de la semilla

consistencia de lechosa a dura, se puede llevar a cabo la recolección de los frutos de la zona en cuestión. En otros países se emplean métodos más eficaces, como son el de determinar la densidad o peso específico de la semilla en aceite o en otros líquidos, o bien hallar el contenido de azúcares reductores en la semilla. Así, para los pinos del sur de Estados Unidos, el momento óptimo para la recolección se presenta cuando la densidad desciende a 0,89 y el contenido de azúcares reductores en la semilla desciende a 0,20%.

Una indicación práctica que se sigue, es observar el cambio de color del cono, y cuando se corta éste comprobar si en el interior tiene color café intenso. La fecha de recolección de los frutos puede variar entre un año y otro, o entre las distintas regiones; lo cual está en dependencia de las condiciones reinantes durante el largo período que transcurre entre la polinización y la maduración de los frutos.

Recolección de los conos

Para subir a los árboles, se deben usar escaleras ligeras y correas de seguridad. Los conos se tumban con cuchillas en forma de V fijadas a varas de poco peso, empujando de abajo hacia arriba; no se deben emplear otros tipos de cuchillas u otros implementos que puedan romper las ramitas y destruir los conitos de la cosecha del siguiente año. Como medida de seguridad, no es recomendable recoger del suelo los conos ya tumbados mientras el obrero esté subido al árbol.

Es más práctico recoger los conos en envases de 5 a 10 gal y vaciarlos en sacos, que recogerlos y echarlos, directamente, en los sacos. Los envases ahorran tiempo, permiten efectuar una inspección más cuidadosa del material y

simplifican la labor de determinar la cantidad de conos recogidos por cada obrero. Los sacos se pueden colocar en soportes, manteniéndolos con la boca abierta para facilitar la operación de vaciar en ellos los conos contenidos en los envases. Ningún fruto que tenga señales visibles de haber sido perforado por larvas de insectos, o que contengan alguna de ellas, debe ser recogido. Al recogerlos, hay que tener cuidado de que no se mezclen con ellos agujas de pino, hierbas u otros materiales, ya que al procesar las semillas se parten en pequeños pedazos y se mezclan con éstas.

Los sacos que contienen los conos se deben amarrar con cordeles, nunca con alambres. Es necesario colocar en cada saco una etiqueta en la que se consigne la especie, el lugar donde fueron recogidos, el número del lote, la fecha de recolección y otros datos que sean necesarios. Los sacos se deben situar en lugares sombreados hasta que se trasladen a la nave de procesamiento, operación ésta que se aconseja realizar el mismo día que se cosechan los frutos.

En la nave donde serán procesados los conos, el responsable técnico de éstas labores revisará el contenido de cada saco, para comprobar que no se hayan incluido frutos inmaduros (extremadamente verdes), o que estén afectados por insectos o sean de la cosecha del año anterior. Los conos se colocan en la nave, a la sombra y en lugar bien ventilado; preferiblemente, en gavetas de unos 2 m de largo, 1,5m de ancho y 10 cm de altura; con fondo de tela metálica, reforzado con alambres gruesos o piezas de madera. Las gavetas se sitúan en una nave construida, especialmente, para secadero de semilla, con suficiente separación entre unas y otras para facilitar la aireación.

Extracción de las semillas

Para tener éxito en la extracción de semillas de pino, es necesario: proteger los conos de la lluvia, que una continua corriente de aire circule entre ellos, evitar los pájaros y roedores y extraer la semilla cuanto antes lo permita la condición de los frutos. La formación de hongos, el sobrecalentamiento y la fermentación o presión sobre las escamas de los conos, pueden provocar que aun los maduros no abran para dejar caer la semilla. Un secamiento lento en sitio frío a la sombra, disminuye la dehiscencia*.

Después del presecado a la sombra, los frutos se colocan al sol para que completen su dehiscencia. Si se dispone de gavetas de secadero los conos se sacan al sol en las propias gavetas; pero en el caso contrario, se ponen a secar en mantas pequeñas, en cada una de las cuales se echan los contenidos en una lata de 5 gal (18,92 l). Se sacan al sol en horas de la mañana y se retiran por la tarde al terminar la jornada laboral, o cada vez que haya peligro de producirse lluvias. La exposición de los frutos al sol se prolongan el tiempo que sea necesario, hasta que estén abiertos por lo menos entre el 70% y 75% de ellos. Los que aún no hayan abierto, se continúan secando hasta lograr la total apertura del mayor número posible.

Los conos también se pueden secar artificialmente, pero teniendo precaución de que la temperatura no sea superior a 48°C ya que se puede afectar la viabilidad de la semilla.

Aunque los conos cuando abren entregan casi toda la semilla, es aconsejable batirlos en un tambor giratorio para extraerles el resto.

* Que se abre para dejar caer las semillas

Procesamiento de la semilla

Las semillas se deben desalar, limpiar y clasificar, para envasarlas y almacenarlas. Para estas operaciones existen máquinas muy eficientes y que no afecta el poder germinativo de las semillas. Si no se dispone de máquinas idóneas, se exponen a la luz solar para que las alas se sequen y se tornen más frágiles. Después se someten a la frotación manual para partirlas y, posteriormente, se avientan.

Después de bien limpias, las semillas se secan al sol, hasta que tengan de 8% a 10% de humedad antes de ponerlas en frío, ya que así pueden conservarse por largo tiempo hasta 8 a y 9 a. Después de bien secas se desinfectan con Vitavax y se envasan en sacos de polietileno, los cuales se colocan dentro de vasijas que cierren herméticamente y se sitúan en cámara de refrigeración.

Se aconseja que la temperatura dentro de la cámara de refrigeración no exceda de $5^{\circ} C$ porque la respiración de la semilla y su consiguiente deterioro parece aumentar con rapidez por el incremento de la temperatura sobre ese nivel.

Las comprendidas entre $32^{\circ}F$ ($0^{\circ}C$) y $41^{\circ}F$ ($5^{\circ}C$) parecen ser las más aceptables para el almacenamiento; pero aún dentro de esta fluctuación, las temperaturas más bajas son, probablemente, las mejores. Una vez que la semilla está en refrigeración, no se debe sacar de la cámara fría hasta que llegue el momento de la siembra. Después que se sacan se deben sembrar dentro de los siguientes 7 d, a lo sumo 10 d.

En cuanto al resultado de la estratificación en frío no se ha encontrado diferencias entre semillas estratificadas y no estratificadas, después de un largo período de almacenamiento.

La semilla de pino en la actualidad se prefiere importarla, puesto que en el país aún no se cuenta con certificación de semillas; únicamente se tiene identificación de procedencias.

5.2 PRACTICAS DE VIVERO

El mismo autor (1) indica que las plantas de pino se producen en los viveros, comúnmente, en envases, para plantarlas con cepellón (pan de tierra); pero que también se ha experimentado la producción en almácigas para plantar a raíz desnuda.

Las camas de germinación pueden ser cajas o semilleros muy poblados desde los cuales se repica (3 cm al mes) a envases o a almácigas de producción; mientras que, los semilleros de baja densidad poblacional se utilizan para producción a raíz desnuda y se construyen como indican las Fig. 5 y 6.

Otra posibilidad es sembrar las semillas directamente en envases para plantar con cepellón.

5.2.1 Producción a raíz desnuda

La plantación a raíz desnuda requiere un porcentaje mayor de replante por lo que se prefiere producir las plantas en envases.

El cultivo de plántulas, en el vivero, para usarlas en plantaciones a raíz desnuda, requiere que el suelo de la almáciga sea de textura ligera (franco, franco arenoso, franco arcilloso), fértil, profundo, con pH entre 5 y 6, a lo sumo 6,5. Si el suelo es de reacción alcalina, o neutra, hay más riesgo de *damping-off* (es aconsejable desinfectar el suelo con Tri-PCNB con 8 días de anticipación) y el desarrollo de las micorrizas es más lento. El suelo debe contener también esporas de los hongos formadores de las micorrizas; en el caso de que éstas no existan naturalmente, hay que agregar a la almáciga tierra procedente de los pinares o inocularla con

* Muerte rápida y contagiosa de las plantitas recién nacidas, por la podredumbre del pie causada por hongos de los géneros *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cylindrocarpon*, etc.

Fig. 5 Semilleros en terreno plano

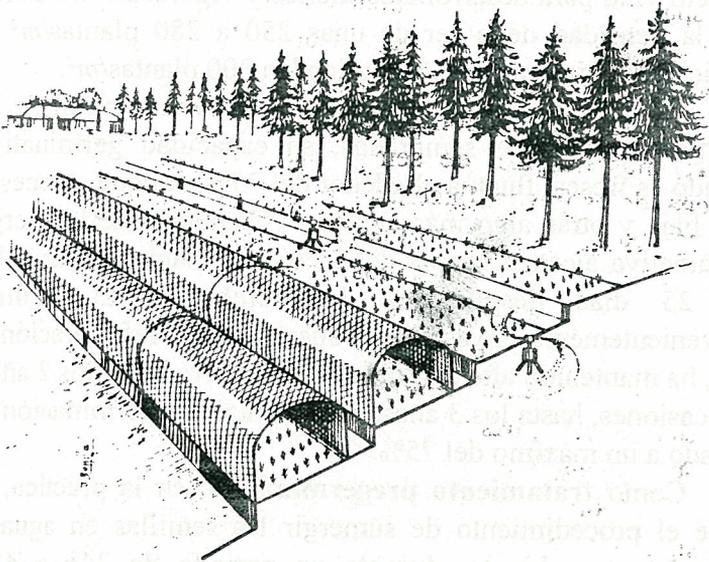
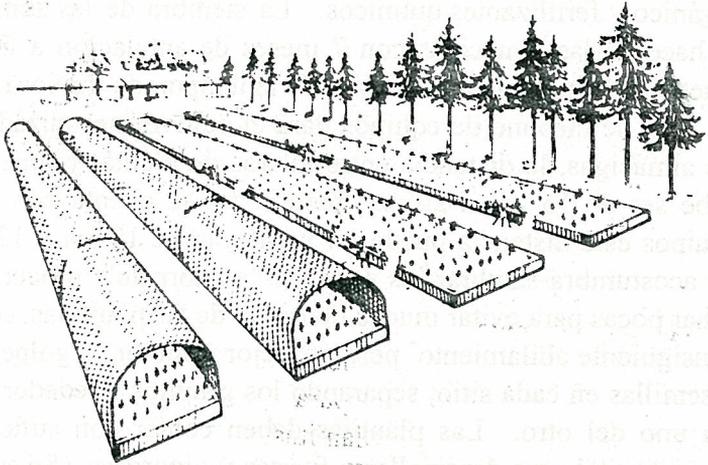


Fig. 6 Semilleros en terreno inclinado

cultivos de hongos micorrizcgenos. Si el contenido de materia orgánica del suelo es bajo, es necesario añadirle algún abono orgánico y fertilizantes químicos. La siembra de las semillas se hace en las almácigas con 7 meses de antelación a fin de tener las plántulas listas a inicios de la temporada lluviosa.

Si se dispone de equipos para el cultivo mecanizado de las almácigas, la distancia entre hileras de plantas (camellón) debe ser de 15 cm a 20 cm, pero si no se cuenta con tales equipos esta distancia puede ser menor, entre 10 cm y 12 cm. Se acostumbra sembrar las semillas "a chorrillo", procurando echar pocas para evitar mucha densidad de las plántulas, con el consiguiente ahilamiento* pero es mejor sembrar "a golpe" 2 ó 3 semillas en cada sitio, separando los grupitos alrededor de 3 cm uno del otro. Las plantitas deben contar con suficiente espacio vital para desarrollarse fuertes y vigorosas. Se estima que la densidad debe ser de unas 250 a 280 plantas/m² de almáciga, algunos autores recomiendan 300 plantas/m².

La germinación de las semillas comienza a partir de los 18 días después de sembradas; su capacidad germinativa, cuando es fresca, fluctúa alrededor del 75%, aunque a veces es más baja y otras algo más elevada. Comúnmente la energía germinativa alcanza menos del 75% y se mantiene por sobre los 25 días después de la siembra. La semilla convenientemente envasada y conservada en refrigeración, a 5°C, ha mantenido alta capacidad germinativa hasta los 2 años; en ocasiones, hasta los 3 años, el porcentaje de germinación ha llegado a un máximo del 75%.

Como **tratamiento pregerminativo**, en la práctica, se sigue el procedimiento de sumergir las semillas en agua, a temperatura ambiente, durante un período de 24h a 48h, cambiando el agua cada 12h.

* Alargamiento, adelgazamiento y decoloración por iluminación deficiente.

Si se usan herbicidas para combatir las malas hierbas en las almácigas, éstos se pueden aplicar antes de sembrar las semillas o bien después de la siembra.

Las plántulas de pino están expuestas a los ataques de *damping off*, "mal de los semilleros", o "podredumbre del pie" durante un período que se puede extender hasta 60d; después de esa edad las plantitas raramente son atacadas por hongos patógenos productores de la enfermedad.

Para reducir la lámina superficial de agua del suelo y con ello la presencia de *damping off* se recomienda colocar una capa superficial de arena gruesa o gravilla de cuarzo. Como se explicó anteriormente, el suelo donde se cultivan en vivero las plantas de pino (ya sea en almácigas o en bolsas) debe ser ácido; en los suelos alcalinos hay más riesgo de *damping-off*. Se recomienda aplicar al suelo, en el caso de que éste sea alcalino, sulfato de aluminio o flor de azufre y mezclarlo bien antes de usarlo, hasta que el pH esté entre 5 y 6

En cuanto a las micorrizas, en teoría, el hongo capaz de formar asociación con las raíces está en el mundo entero y, por consiguiente, no sería necesario inocularlo al suelo cuando se introduce el pino en una región en la que no existe; pero, en la práctica, no resulta así. En algunos sitios no fue posible establecerlo hasta que se introdujo suelo micorrizado y se regó alrededor de las plántulas germinadas. A partir de entonces no ha habido dificultades en establecer el pino. El suelo micorrizado es mejor que los cultivos puros *in vitro* como fuente de micorrizas.

Inoculando el hongo en las raíces de las plantas de todo el semillero se notará 2 meses después, todas las plántulas con un color verde intenso característico y crecerán de manera lozana.

Al parecer, las micorrizas realizan cierta función protectora de las plantas al combatir los gérmenes patógenos existentes en el suelo. La función de los hongos micorrizantes en combatir los agentes patógenos de la raíz, está ligada con la relación entre los organismos que inmediatamente rodean la superficie radicular y la comunidad de la rizosfera*. Las plántulas equipadas con micorrizas, se muestran, al parecer, inmunes a las infecciones, como resultado de los antibióticos secretados; sin embargo, esta inmunidad no ocurre dentro de los 20 d a 40 d después de la germinación, o sea, antes de que la asociación micorrizal se haya desarrollado.

Se ha observado un aumento de nitrógeno disponible en el suelo de las plantaciones de pino; puesto que la micorriza ectotrófica crece junto con la bacteria nitrificante en un complejo simbiótico de 3 elementos o fases: planta-hongo-bacteria. No hay evidencia de que el hongo formador de la micorriza pueda, por sí mismo, aumentar la cantidad de nitrógeno en el suelo.

Otro asunto importante es la **fertilización** de las plántulas en los viveros. Se aconseja mantener alto el nivel de fósforo y bajo el de nitrógeno.

En caso de que el suelo tenga deficiencias, es aconsejable usar soluciones acuosas de NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) en vez de fertilizante granulado. La mezcla (1:2:1) de NPK, es aplicada a intervalos quincenales, de 6 a 8 veces, en forma de aplicar unos 500 g de fertilizante a cada 1.000 plantitas.

La nutrición de las plántulas con microelementos, acelera la fotosíntesis e intensifica la respiración, a la vez que mejora el contenido de agua de las hojas y la actividad de los

* Porción del suelo en que se desarrolla la raíz.

fermentos en ellas; también favorece el crecimiento y la estabilidad de las plantas contra las condiciones desfavorables del medio. Los microelementos pueden ser aplicados durante el tratamiento pregerminativo de las semillas, o en la fertilización de las plántulas.

La fertilización de las plantas en el vivero se puede llevar a cabo a través del suelo o el follaje. El suelo se fertiliza mezclando bien los microelementos con abonos (NPK) en estado seco entre las hileras de plantas, después de lo cual se cubren con tierra. Para fertilizar el follaje se utiliza soluciones acuosas de microelementos disueltos en determinadas concentraciones. Este tratamiento se debe efectuar en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, con tiempo seco y poco viento. Si se aplican los productos en horas de mucho sol y aire fuerte, se pueden producir quemaduras en el follaje de las plantas; en tiempo lluvioso existe el peligro de que se lave la solución, sin penetrar en los tejidos de la planta. Para acelerar la asimilación de los nutrientes por las acículas, se aconseja agregar un agente humectante o fijados, en proporción recomendada por el fabricante,

Según Vásquez, E.* la poda de raíces no se practica en el país por falta de experiencias y debido a que el manipuleo de raíces provoca ruptura de las mismas y pudriciones futuras, a más de que se elevan los costos.

Napier, I. (5), y Betancourt, A. (1) recomiendan la poda de raíces a la profundidad de 10 cm a 15 cm, utilizando para ello un cordón metálico de acero (cuerda de piano) o un instrumento cortante. La primera poda se hace cuando las plantitas tienen unos 2 m de edad, a lo sumo 3 m. Alrededor de los 30d a 45d después, se lleva a cabo un segundo pase del equipo cortador, en sentido contrario al primero. En caso

* Comunicación personal

necesario, se puede efectuar un tercer pase entre 30 d y 45 d después del segundo. Inmediatamente después que se hace una poda, es preciso aplicar a la almáciga un riego intenso (ver Fig.7)

En cuanto a la **extracción y transporte de plántulas** a raíz desnuda, se recomienda sumo cuidado, procurando que no se dañen las raíces. Se sugiere utilizar para estas labores el sacador de plántulas. En su defecto, se puede emplear una pala recta, en forma tal que se levante un grupo de plantas con la correspondiente tierra adherida a sus raíces. Se seleccionan las plantas saludables y vigorosas, desechando las débiles y raquíticas. Las raíces se deben rebozar en una suspensión de tierra arcillosa, mezclada, si es posible, con estiércol, y se agrupan en paquetes de un número determinado de plantas, que puede ser de 50 ó 100. Los paquetes se cubren con tela de costal u otros materiales, y se colocan en lugar fresco y sombreado hasta que son trasladados a los campos de plantación. En vez de la suspensión de tierra arcillosa es mejor utilizar una fitohormona radicular como p.ej. el Raizal.

Se pueden plantar a raíz desnuda cuando tienen unos 6-7m de edad, a veces, algo más viejas. Es necesario que hayan desarrollado un amplio sistema radical, para asegurar la máxima absorción de agua y elementos nutritivos. Las plantas de 8 m de edad pueden tener más incremento en altura que las de otras edades y una supervivencia similar a las de otras edades (hasta 85% de sobrevivencia con plantas de 6 m de edad).

5.2.2 Producción en envases

Las plántulas de pino se cultivan en los viveros de los países tropicales, comúnmente en envases, para plantarlas con cepellón. En Ecuador se usa bolsas de polietileno negro, que

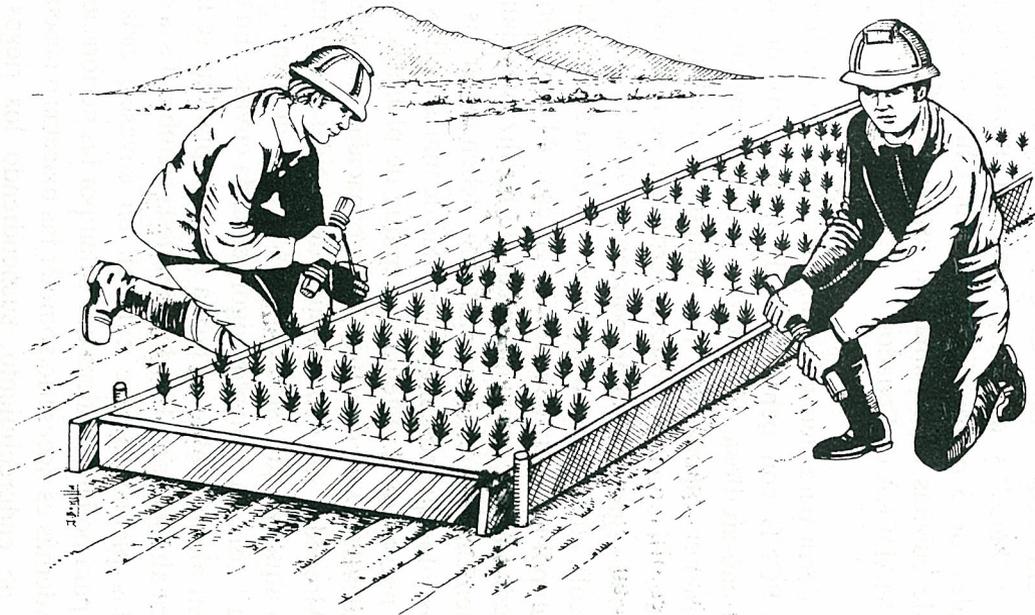


Fig. 7 Poda de raíces

estando llenas miden entre 15 *cm* y 20 *cm* de alto y de 6 *cm* a 10 *cm* de diámetro. También se emplean otros envases tales como *fertil pots*, *paper pots*, etc. También puede usarse tubos de papel embreado. En EE. UU. y Canadá, usan cestos plásticos y "balas" y en Suecia emplean macetas de papel, hexagonales, de 5 *cm* de diámetro. En Chile se emplea el sistema de cubetas de espumaflex, usado tan eficientemente por CORMADERA en Ecuador.

La tierra para llenar los envases debe ser dedinfectada (con Trí-PCNB con ocho días de antipación), de textura media, areno-arcillosa, fértil y con buena aireación; además debe contener esporas de los hongos formadores de las micorrizas. Si ésta es de escasa fertilidad, se debe adicionar algún abono orgánico, (en proporción de 90% de tierra y 10% de estiércol), etc. El abono orgánico y la tierra se mezclan bien y se pasan por un tamiz de mediano grueso. Al abono orgánico se le pueden añadir pequeñas dosis de fertilizantes químicos, preferiblemente disueltos en agua. Se deben evitar los suelos arcillosos y los que contengan semillas de malas hierbas.

Si no se usa el sistema de repique de plantitas, en cada envase se siembran 2 semillas, 3 si la capacidad germinativa es baja. Alrededor de 60d después de nacidas las plantas se arrancan aquellas que estén en exceso y sean de menor calidad y se deja 1 sola (la de mayor vigor) en cada envase. En el caso de que en alguna bolsa no nazca ninguna plantita, se hace la resiembra alrededor de 15d después de la siembra. Es necesario mover las plantas que se cultivan en envases, cada cierto tiempo, para podar las raíces que salen por las perforaciones de éstos. Además es necesario someter las macetas o cubetas a un proceso de endurecimiento, suspendiendo los riegos en el vivero durante varios días antes de llevarlas para los campos de plantación lo que además facilita el manipuleo (ver Fig 8 y 9).

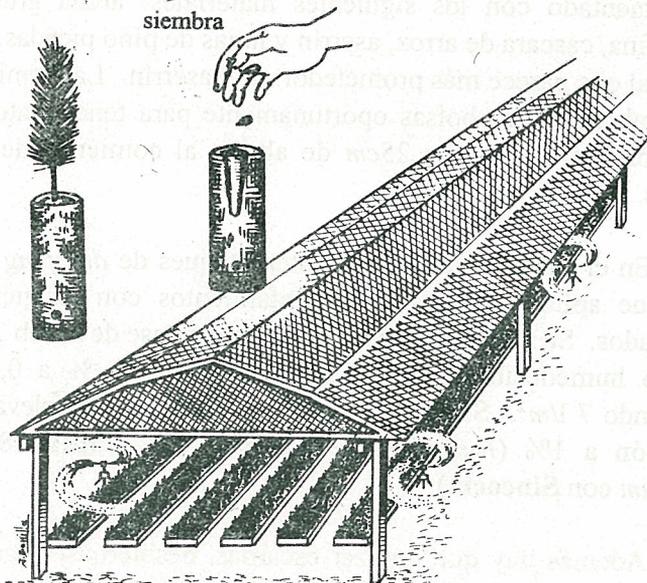


Fig. 8 Sombreador de plántulas en maceta

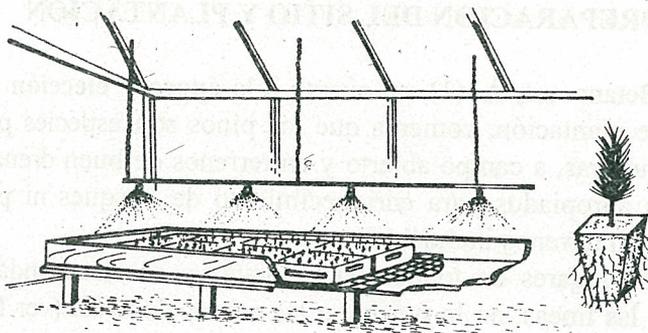


Fig. 9 Sombreador de plántulas en cubetas

Se ha ensayado el empleo de materiales de cubierta, colocados sobre las bolsas en forma de arropamiento. Se ha experimentado con los siguientes materiales: arena gruesa, arena fina, cáscara de arroz, aserrín y hojas de pino picadas. El material que parece más prometedor es el aserrín. Las semillas se siembran en las bolsas oportunamente para tener material plantable de 6 meses y 25cm de altura, al comienzo de las lluvias.

En el caso de que se presenten ataques de *damping-off*, hay que aplicar a las plantas tratamientos con fungicidas adecuados. Se recomienda un tratamiento a base de Zineb 75% (polvo humedecible), en concentración de 0,3 % a 0,5%, aplicando 7 l/m². Si la planta es resistente se puede elevar la solución a 1% (*Fusarium* se combate con Captan 80 y *Pythium* con Sincocin).

Además hay que realizar escardas, deshierbas, riegos y otras labores de vivero, que son comunes a otras especies.

5.3 PREPARACION DEL SITIO Y PLANTACION

Betancourt, A. (1), en cuanto a la época y elección del sitio de plantación, comenta que los pinos son especies para monoculturas, a campo abierto y en terrenos de buen drenaje; no son apropiados para enriquecimiento de bosques ni para plantar en terrenos inundables.

En lugares de topografía montañosa, es recomendable ajustar las líneas, en lo posible a las curvas de nivel (ver Fig. 10)

Para lograr buenos porcentajes de prendimiento al plantar pinos a raíz desnuda -además de la buena calidad de las plantas y del esmero que se debe tener al prepararlas en el

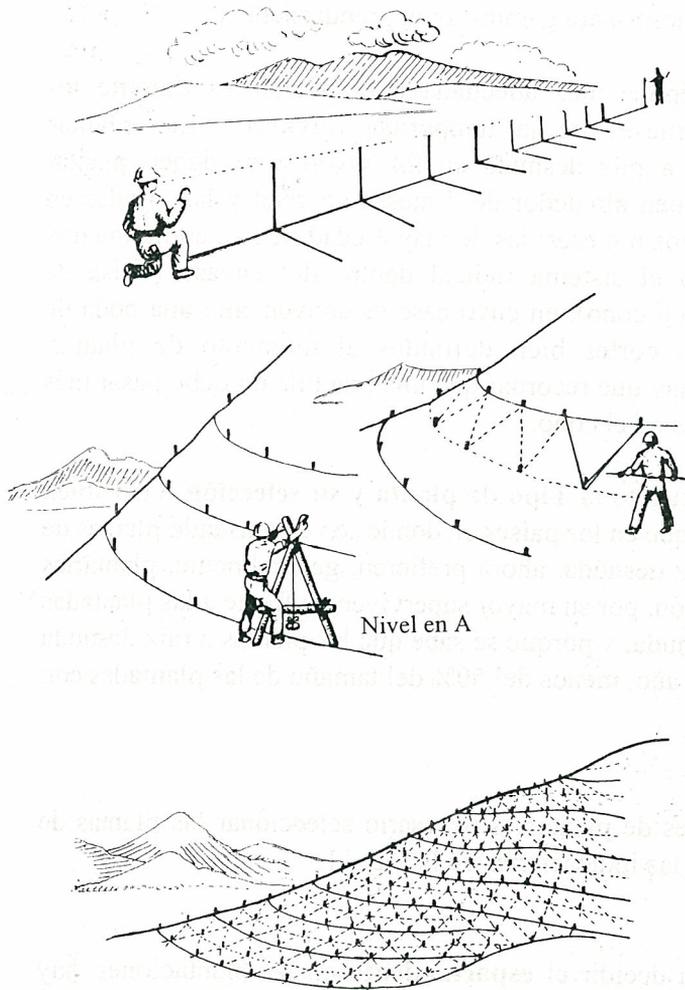


Fig. 10 Trazado de la plantación según la pendiente

vivero-, es necesario plantarlas correctamente y que el suelo tenga una humedad óptima durante por lo menos los tres primeros meses para garantizar su prendimiento.

La época más adecuada para plantar es durante los primeros meses de la temporada lluviosa. Las plantas cultivadas a raíz desnuda en los viveros, se deben plantar cuando tienen alrededor de 7 meses de edad y las criadas en envases a los 6 meses; las de mayor edad tienen, comúnmente, defectuoso el sistema radical dentro del envase (bolsa de polietileno o cono), en cuyo caso es conveniente una poda de raíces con cortes bien definidos al momento de plantar. También hay que recordar que una plántula no debe pasar más de 180 días en el cono.

En cuanto al **Tipo de planta y su selección**, viene bien comentar que en los países en donde se venía usando plantas de pino a raíz desnuda, ahora prefieren, generalmente, plantarlas con cepellón, por su mayor supervivencia frente a las plantadas a raíz desnuda, y porque se sabe que las plantas a raíz desnuda tendrán al año, menos del 50% del tamaño de las plantadas con cepellón.

Antes de plantar es necesario seleccionar las plantas de acuerdo a las indicaciones de la Fig. 11.

Para decidir el **espaciamiento** en las plantaciones, hay que tener en cuenta factores tales como la calidad del sitio, el objeto al cual se destine la plantación, el posible uso y mercado de los productos, la posibilidad de mecanizar las labores de cultivo, etc.

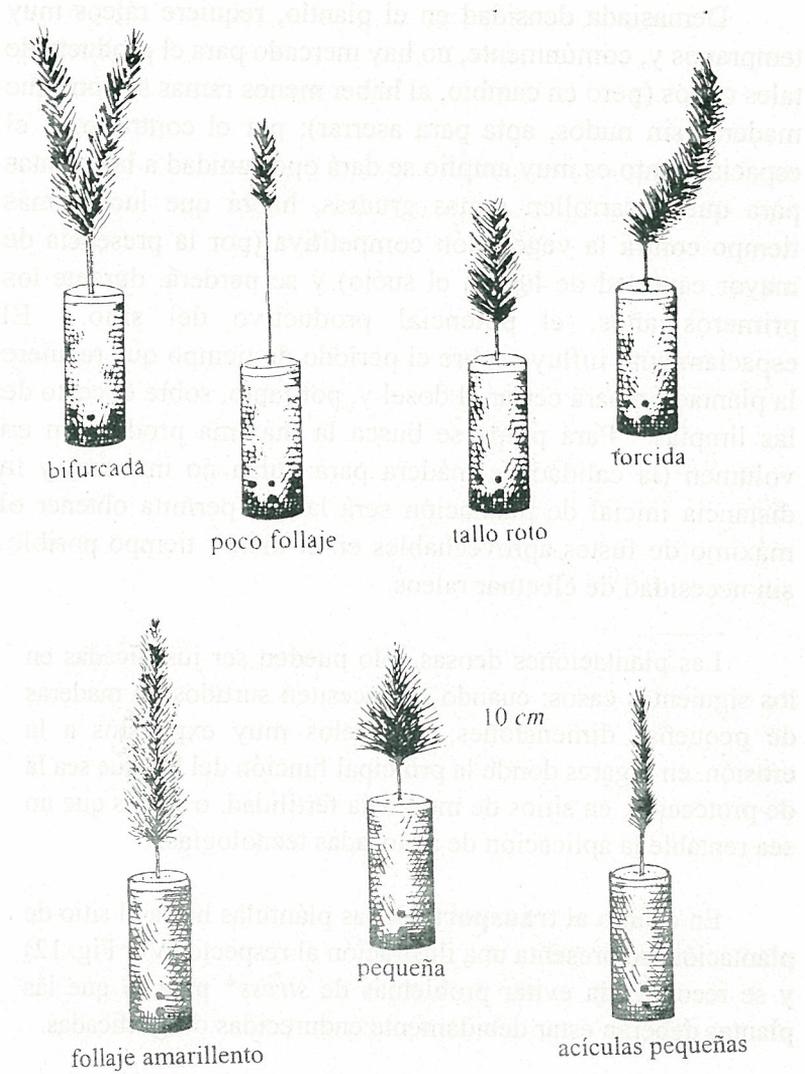


Fig 11 Selección (plantas que deben eliminarse)

Demasiada densidad en el plantío, requiere raleos muy tempranos y, comúnmente, no hay mercado para el producto de tales raleos (pero en cambio, al haber menos ramas se consigue maderas sin nudos, apta para aserrar); por el contrario, si el espaciamiento es muy amplio se dará oportunidad a las plantas para que desarrollen ramas gruesas, habrá que luchar más tiempo contra la vegetación competitiva (por la presencia de mayor cantidad de luz en el suelo) y se perderá, durante los primeros años, el potencial productivo del sitio. El espaciamiento influye sobre el período de tiempo que requiere la plantación para cerrar el dosel y, por tanto, sobre el costo de las limpiezas. Para pulpa se busca la máxima producción en volumen (la calidad de madera para pulpa, no interesa) y la distancia inicial de plantación será la que permita obtener el máximo de fustes aprovechables en el menor tiempo posible, sin necesidad de efectuar raleos.

Las plantaciones densas sólo pueden ser justificadas en los siguientes casos: cuando se necesiten surtidos de maderas de pequeñas dimensiones, en suelos muy expuestos a la erosión, en lugares donde la principal función del bosque sea la de protección, en sitios de muy baja fertilidad, o en los que no sea rentable la aplicación de avanzadas tecnologías.

En cuanto al **transporte** de las plántulas hasta el sitio de plantación, se presenta una ilustración al respecto (Ver Fig. 12) y se recomienda evitar problemas de *stress** para lo que las plantas deberán estar debidamente endurecidas o lignificadas.

Se conocen dos métodos de plantación: el mecanizado y el manual.

* Agobio por tensión o esfuerzo

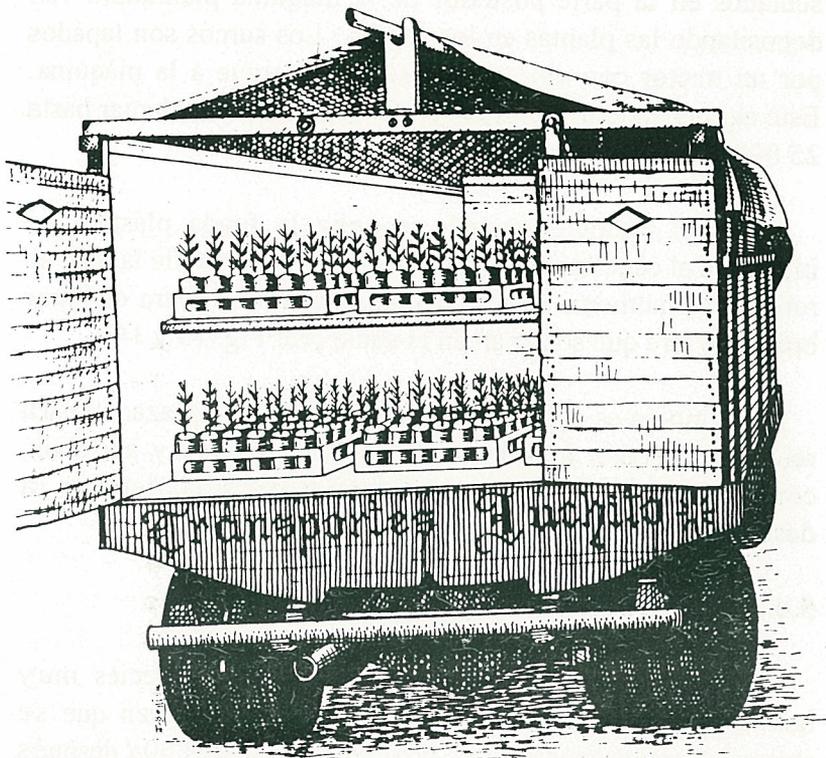


Fig. 12 Transporte de jabsas en dos o tres pisos

En otros países, usan una máquina para plantar las cultivadas en viveros, en tubos de polietileno. La máquina va abriendo 2 surcos simultáneamente, 2 obreros que van sentados en la parte posterior de la máquina plantadora van depositando las plantas en los surcos. Los surcos son tapados por un tractor con discos invertidos que sigue a la máquina. Este equipo, con el que trabajan 6 obreros, puede plantar hasta 25.000 plantas diarias.

En el método manual: se quita la funda plástica, se introduce el cepellón verticalmente hasta el cuello de la raíz, se rellena y finalmente se apisona suficientemente para eliminar bolsas de aire que se forman en el suelo (ver Fig. 13 y 14)

También es posible utilizar una barreta o un azadón para remover el suelo, introducir el cepellón, rellenar y apisonar; con lo cual se evita el desplazamiento de la tierra y la desecación del suelo.

5.4 LABOREO EN LAS PLANTACIONES

Según el mismo autor (1), los pinos, especies muy heliófilas*, no constituyen una excepción: requieren que se repongan con urgencia, si es posible antes de los 60d después de plantar, las fallas por muerte que se produzcan en la plantación; que se les mantenga libres de la competencia de las malas hierbas durante sus primeros años de vida y, en caso necesario, que se les adicionen fertilizantes.

El fósforo es un elemento de vital importancia para su desarrollo. Parece estimular el desarrollo de la raíz, siempre

* Que requiere abundante luz del sol

Fig. 13 Proceso de plantación

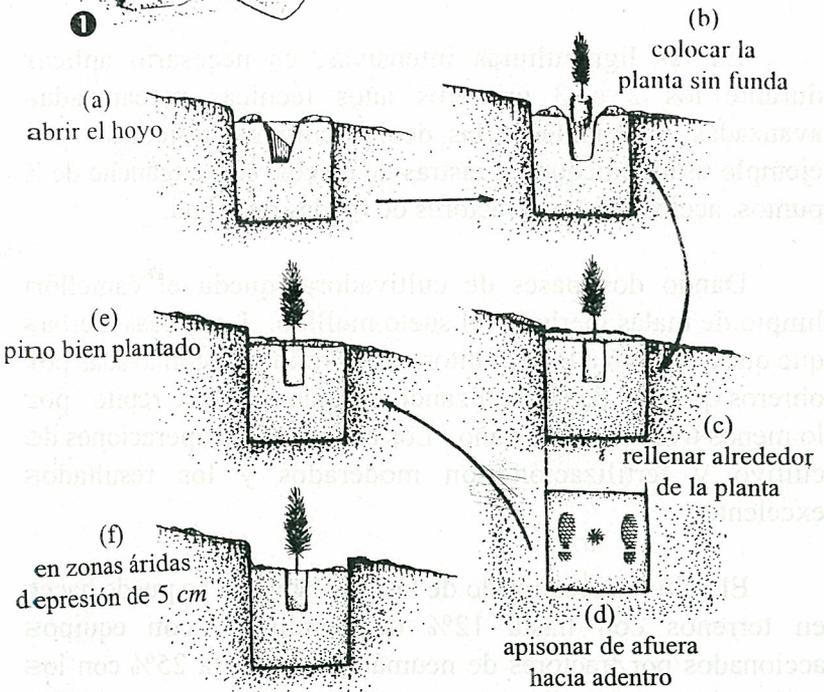
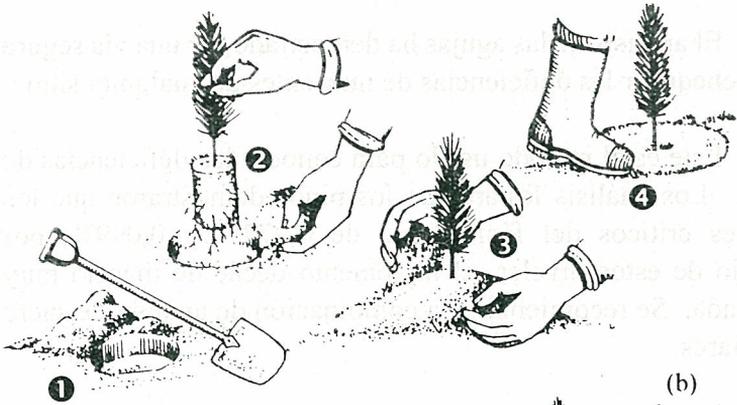


Fig. 14 Etapas al momento de plantar

que la aireación interna del suelo no lo impida, pero este efecto es muy limitado en donde la aireación del suelo es pobre.

El análisis de las agujas ha demostrado ser una vía segura para chequear las deficiencias de nutrientes de cualquier sitio.

Este es el método usado para conocer las deficiencias de boro. Los análisis foliares de los pinos demostraron que los niveles críticos del fósforo era de 0,077% y 0,099%; por debajo de estos niveles, el incremento decae de manera muy marcada. Se recomienda una combinación de análisis de suelo y foliares.

En las ligniculturas intensivas, es necesario aplicar durante los 2 ó 3 primeros años técnicas mecanizadas avanzadas, semejantes a las de los cultivos agrícolas. por ejemplo usando pequeñas rastras de discos, con enganche de 3 puntos, accionadas por tractores de ruedas de goma.

Dando dos pases de cultivadora, queda el camellón limpio de malas hierbas y el suelo mullido. Las pocas hierbas que queden junto a los arbolitos, son eliminadas con azadas por obreros que van detrás realizando esta labor que se repite por lo menos tres veces cada año. Los costos de las operaciones de cultivo y fertilización son moderados y los resultados excelentes.

El cultivo mecanizado de las plantaciones se puede hacer en terrenos con hasta 12% de pendiente, con equipos accionados por tractores de neumáticos, y hasta 25% con los accionados por tractores de oruga. Las labores mecanizadas pueden consistir en remover el suelo y arrancar las malas hierbas, utilizando cultivadoras, gradas medianas, arados o

rotovatores. Las labores en las que se remueva el suelo, se pueden hacer relativamente profundas al principio; pero a medida que el sistema radical de los pinos se extienda, se deben hacer más superficiales.

5.5 TRATAMIENTOS SILVICULTURALES

En los países tropicales, la poda y el raleo de los pinos es **absolutamente necesario**. Aquí se trata, en forma generalizada, **sobre raleos y podas**, (como complemento de lo analizado en cuanto a limpieas y espaciamiento), previo al análisis del **rendimiento volumétrico y los sistemas de manejo silvicultural**.

Betancourt, A. (1), señala que mientras las limpieas se realizan en los pinares jóvenes, en la etapa de brinzales; los **aclareos o raleos** son cortas intermedias, en latizales. Los aclareos se realizan en edades que fluctúan entre 5 y 17 años. En plantaciones que se hagan con espaciamiento amplio, rara vez habrá necesidad de practicar raleos sanitarios; estos se limitan a extraer del plantío los individuos enfermos y los indeseables, a causa de su mala conformación

Los aclareos o raleos son tratamientos silviculturales de gran importancia para el buen desarrollo de la masa forestal. Se estima que si se planta con densidad apropiada, los aclareos se hacen a los 11-17 *a* de edad en ecótopos* de regular calidad y a los 5-8 *a* en ecótopos de calidad superior. Los aclareos en los pinos son, generalmente, "por lo bajo", eliminando los individuos de los estratos inferiores. Se trata de intervenciones

* Espacio con condiciones ambientales homogéneas.

sucesivas, que habrá que realizar con intervalos (ver Fig. 15)

En los rodales poco densos de pino que crecen muy uniformemente, no será posible encontrar una densidad de copas de 100%, ya que las ramas no se cruzan. Entonces, una cobertura de más de 90% puede indicar necesidad de aclareo, y aquélla se llevaría entonces a 70%, aproximadamente. Finalmente, un criterio de aclareo mayormente usado es aquel que se fundamenta en el área basal y el volumen normales, para una edad y un sitio dados; para aplicarlo hay que disponer de tablas de producción o de estudios previos que sirvan de referencia. Teniendo en cuenta que el área basal es función del diámetro, y aunque hay una ligera diferencia entre el área basal calculada a partir de la medición de todos los árboles y la hallada por el DAP medio, ambos conceptos pueden usarse. En nuestras condiciones, no se aconseja disminuir el área basal en más de 30% en cada aclareo.

La cobertura de copa y la altura del árbol tienen su función en los latizales bajos y medios, pero en los latizales altos y en los fustales es mejor trabajar con el área basal y el volumen. También puede aplicarse, como criterio para realizar un aclareo, la medición del incremento de los anillos de crecimiento. Cuando éstos comienzan a disminuir de ancho muy aceleradamente, estamos ante una indicación de que hace falta ralear. Después de una prueba inicial, se determina la intensidad de la clara, para lo que se tomará en cuenta, el intervalo que sigue hasta el próximo aclareo, la productividad del sitio, la fase de desarrollo de la masa, la necesidad de surtidos de madera obtenida por los aclareos, etc.

Las proposiciones teóricas de raleos, en la práctica son alteradas por consideraciones económicas.

La **poda** se realiza con el primer raleo y consiste en evitar los nudos eliminando las ramas más bajas (de los individuos prometedores) con herramientas adecuadas (Ver Fig. 16).

Fig. 15 Raleo

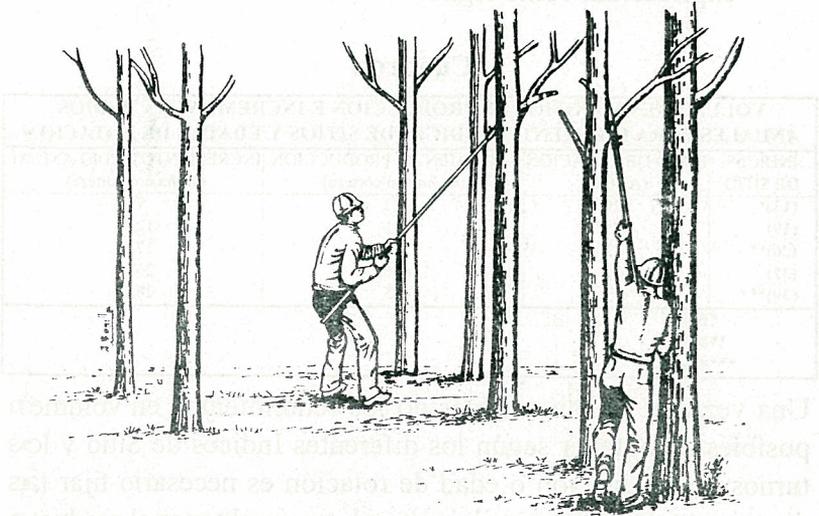
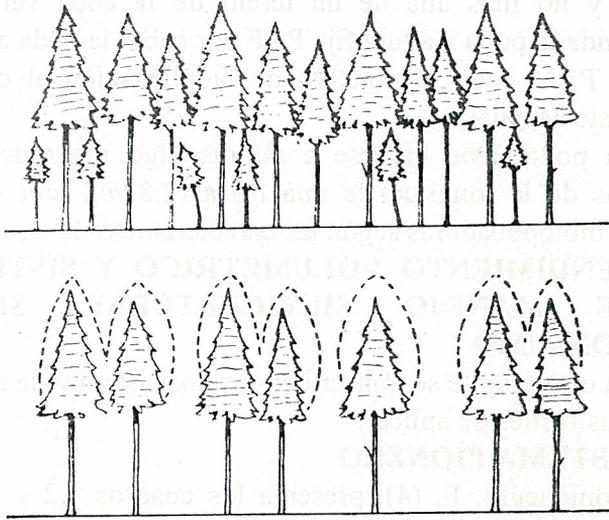


Fig. 16 Poda

Los cortes deben hacerse lo más cerca del fuste pero sin dañarlo y no más allá de un tercio de la copa verde (se recomienda la poda a altura fija PAF por sobre la poda a altura variable PAV dado el objetivo de la plantación al cual se refiere este Manual).

La poda debe hacerse a alturas algo mayores a los múltiplos de la longitud de una troza (2.5 m), con sierras, tijeras o motopodadoras según las características de las ramas.

5.6 RENDIMIENTO VOLUMETRICO Y SISTEMAS DE MANEJO SILVICULTURAL, SEGUN CONSUMO

En este acápite se transcriben los dos sistemas de manejo más fáciles de aplicar.

5.6.1 SISTEMA PIONERO

Montenegro, F. (4), presenta los cuadros 1,2 y 3 y su explicación, como sigue:

Cuadro 1

VOLUMENES MAXIMOS DE PRODUCCION E INCREMENTOS MEDIOS ANUALES PARA DIFERENTES INDICES DE SITIOS Y EDADES DE ROTACION			
INDICES DE SITIO	EDAD DE ROTACION (AÑOS)	VOLUMEN DE PRODUCCION (m ³ /ha con corteza)	INCREMENTO MEDIO ANUAL (m ³ /ha con corteza)
(13)*	29	222	7,7
(19)	25	311	12,4
(26)**	22	385	17,5
(32)	19	436	23,0
(39)***	17	485	28,5

*Bajo
**Medio
***Alto

Una vez que se han establecido los rendimientos en volumen posibles de obtener según los diferentes Indices de Sitio y los turnos de producción o edad de rotación es necesario fijar las diversas tareas o faenas silviculturales para obtener el producto requerido.

En el esquema propuesto se parte de plantaciones con una densidad inicial de 1.600 árboles por hectárea (2.5 x 2.5) y

se llega a 400 árboles por hectárea en la corta final. Las intervenciones silviculturales intermedias consisten en 3 podas y 2 raleos y permiten hacer una selección final de hasta 1 sobre 4 árboles con dos trozas de tres metros de largo, libres de nudos. Los raleos, según la edad del bosque, servirán para postes, tableros aglomerados y madera aserrada de primera, segunda y tercera clases.

El sistema silvicultural propuesto se basa en que existe una demanda adecuada, con precios altos para madera aserrada de alta calidad. La meta del sistema es producir madera con diámetros adecuados para tablas y tablones sin nudos y con una resistencia adecuada para construcciones livianas. Además, trozas y productos de raleo para astillas, postes de cercas, leña, carbón, etc.

Un resumen de las faenas Silvícolas hasta la corta final se presenta en el Cuadro siguiente:

Cuadro 2

FAENAS DE MANEJO PARA PINO RADIATA PARA TRES INDICES DE SITIO Y EDADES DE INTERVENCION			
FAENA	I.S.13 AÑO	I.S.26 AÑO	I.S.39 AÑO
Plantación	0	0	0
Replante (Eventual)	0-1	0-1	0-1
Coronamiento	2	2	2
Coronamiento	4	4	4
Poda 1era (0-2m) (en todos árboles vivos)	9	4	3
Raleo 1ro (es de descho) (deja 800 árboles/ha)	11	7	5
Poda 2da. (2-4m) Estimac. de volúmen, Raleo	14	7	5
Estimac. de volúmen, Raleo	16	10	7
Raleo 2do. (es productivo) (deja 400 árboles/ha)	17	11	8
Poda 3ra. (4-6m todos)	20	11	8
Estimac. de volúmen. Final	28	21	16
Corta Final	29	22	17
Administrac./imprevistos	1 a 29	1 a 22	1 a 17

En el cuadro siguiente se presenta los volúmenes esperados por tipo de intervención y de uso con calidad de madera para las posibilidades de producción Baja (I.S. 13) Media (I.S.26) y Alta (I.S. 39).

Cuadro 3

PROYECCION DE RENDIMIENTO VOLUMETRICO PARA TRES INDICES DE SITIO (Aprovechamiento hasta 10 cm. de diámetro)									
	PRODUCCION POR INDICE DE SITIO (I.S.)								
	BAJA I.S.13 <i>m³/ha. scc</i>			MEDIA I.S.26 <i>m³/ha. scc</i>			ALTA I.S. 39 <i>m³/ha. scc</i>		
	Año	Parcial	Acumul.	Año	Parcial	Acumul.	Año	Parcial	Acumul.
Interv./Producto									
1er Raleo/(1) deshecho	11	---	---	7	---	---	5	---	---
2do Raleo/(2) Astillas (tableros)	17	21,9	21,9	11	34,7	34,7	8	36,2	36,2
Trozas 2a y 3a		9,4	31,3		14,9	49,6		15,5	51,7
		31,3			49,6			51,7	
Corta final/(3) Astillas (Tableros)	29	66,0	97,3	22	114,5	164,1	17	144,3	196,0
Trozas 2a y 3a		56,6	153,9		98,2	262,3		123,7	319,7
Trozas 1a		66,0	219,9		114,5	376,8		144,3	464,0
		188,6			327,2			412,3	
OBSERVACIONES:									
(1) Los productos quedan en el bosque									
(2) Se Utiliza el 30%del volumen total (70% astillas y 30% trozas)									
(3) Se utiliza el 85% del volumen total (35% astillas, 30% trozas de 2a. y 3a. y 35% trozas de primera sin nudos									

Finalmente señala que se han determinado rotaciones según el criterio de máxima producción volumétrica y densidades finales de 400 árboles/ha luego de 2 raleos que

permitan un buen crecimiento del sistema radicular y 3 podas que aseguren al menos 2 trozas, libres de nudos y con madera de alta calidad; y, que los incrementos anuales parecen suficientes para la especie dado que están fuera de su hábitat natural lo que conduce a mostrar que las plantaciones son económicamente atractivas en la gran mayoría de situaciones.

5.6.2 SISTEMA RECOMENDADO

Por su parte, Vásquez, E. (9), afirma que.... es muy importante definir un objetivo específico para la plantación, antes de establecerla; pues sólo así es posible planificar y definir los aspectos técnicos que tienen que ver con la selección de las especies, de sitio, calidad de la semilla, sistema de producción de planta, distanciamiento entre plantas, programa de tratamientos silviculturales, etc; y lo que es más importante, establecer índices de rentabilidad.

En base al análisis de consumo de madera de pino, define los objetivos de las plantaciones, como elemento principal para la formulación de 3 modelos prototipos de manejo.

A. MODELO A-I:

Orientado principalmente a la producción de madera aserrada de primera calidad, para la construcción y muebles; con posibilidad de producción de chapas o láminas decorativas para tableros.

Los espaciamientos más aconsejados para la producción de madera de este uso son $2.0 \times 2.0 \text{ m}$ y $2.5 \times 2.5 \text{ m}$, que equivalen a densidades de plantación de 2.500 y 1.600, respectivamente. Cuando el suelo es de mala calidad, se debe utilizar un espaciamiento de $3.0 \times 3.0 \text{ m}$.

AÑO 3:

Raleo de saneamiento, con la finalidad de eliminar los individuos enfermos, mal formados y de bajo crecimiento.

Con una densidad inicial de plantación de 1.600 Pl/Ha, y un prendimiento del 75%, se espera dejar en pie entre 900 a 1.000 arbolitos.

Adicionalmente se efectuará una poda de formación, en la que se eliminarán las ramas más bajas de hasta un tercio de la altura total del fuste (poda de altura variable), de los 400 arbolitos mejor formados y desarrollados. Para ello, se puede usar sierras de mano y tijeras podadoras de mano.

AÑO 8:

Primer raleo, semiproductivo, especialmente para leña. Se espera obtener aproximadamente unos 3.0 m³ sólidos. Se dejarán en pie unos 800 árboles.

Este raleo de producción, deberá ser combinado con la poda de los 400 árboles prometedores, a una altura fija de 2.8 a 3.0 m. o sea de la primera troza más tocón y desperdicio. Se puede emplear en este caso, motopodadora, sierras de mano, sierras de mango largo y cuchillos.

AÑO 10:

Para este año, únicamente se efectuará la poda de los 400 árboles mejor desarrollados, a una altura fija de 5.3 a 5.5 m. correspondientes a las dos primeras trozas más el tocón y desperdicios. Para ésta ocasión, se puede utilizar motopodadora, sierra de mango largo y cuchillos.

AÑO 13:

Segundo raleo, de producción, cuya madera puede ser utilizada para postes de cerca, material para tableros aglomerados, pulpa, papel y leña. Se estima una extracción de 15 m^3 de madera sólida. Se dejarán en pie 650 árboles.

Con el segundo raleo de producción, previsto para este año, se combinará la última poda establecida para este modelo. Se deben eliminar todas las ramas de los 400 árboles mejor desarrollados hasta una altura equivalente a tres trozas de 2.5 m . cada una, y el respectivo tocón y desperdicio; esto es, 7.8 a 8.0 m . En este caso se emplearán la motopodadora, sierras de mango largo, cuchillos y escalera.

AÑO 18:

Tercer raleo, de producción, con madera para postes, tableros aglomerados, pulpa, papel y leña, con un volumen aproximado de 30 m^3 . Se dejarán en pie 400 árboles.

AÑO 23:

Cuarto raleo, de producción, con madera para aserri, de dimensiones menores, utilizable para muebles y eventualmente para construcción, con un volumen estimado de 65 m^3 . Se dejarán unos 200 árboles en pie, hasta la corta final.

Si el crecimiento del rodal es bueno, y al menos el 50% de los árboles tiene un diámetro de 40 cm o más, es preferible no efectuar este cuarto raleo, y esperar unos 4 a 7 años para efectuar la corta total.

Para obtener diámetros aserrables (DAP) entre 40 y 50 *cm*, se requiere alcanzar la edad de plantación de 28 a 30 años.

B. MODELO C:

Formulado para la producción de madera para tableros aglomerados, pulpa y papel, postes y leña.

Los espaciamientos utilizados fluctúan entre 1.75 x 1.75 *m.* y 2.0 x 2.0 *m.* En suelos muy pobres y para abaratar costos de establecimiento, se puede plantar a 2.5 x 2.5 *m.*

Si el objetivo de la plantación es el de producir material para aglomerados, pulpa y papel, postes y leña, no se requiere madera de calidad, por lo que no es necesario efectuar raleos, salvo el de saneamiento, para eliminar individuos enfermos, torcidos o bifurcados. La corta final se prevé a los 15 años.

Para este modelo, es opcional efectuar una sola poda al año 5 o 7. Su determinación dependerá de la densidad de copas que se presente y se detecte una reducción en la velocidad de crecimiento del vuelo forestal. La altura de poda será la que permita la movilización del personal dentro del bosque.

Para lograr este objetivo de plantación, basta obtener diámetros (DAP) de 20 a 25 *cm*, que se obtienen a los 15 años.

C. MODELO A-II:

Propuesto para la producción de madera para usos combinados: aserrada de segunda calidad para construcción y

muebles, y material para aglomerados, postes, pulpa y papel y leña.

Para este caso, las densidades de plantación recomendadas están entre $2.5 \times 2.5 \text{ m.}$ y $3.0 \times 3.0 \text{ m.}$ En suelos muy pobres, se puede incrementar el espaciamiento a 3.15×3.15 .

Si el objetivo de la plantación es el de producir madera para las clases de uso arriba mencionadas, se retarda el primer raleo productivo para obtener suficiente madera para aglomerados, pulpa, postes y leña.

AÑO 3:

Raleo de saneamiento, que tiene por objeto eliminar los individuos mal formados, enfermos y oprimidos, con lo cual se crean mejores condiciones de luz y disponibilidad de nutrientes del suelo, para el desarrollo del resto de la población.

Con una densidad inicial de plantación de 1.110 pl/Ha y un prendimiento del 75%, se dejarán en pie 750 arbolitos.

Posterior al raleo previsto para este año, se debe efectuar una poda de formación, en la que se eliminarán las ramas bajas, vivas y muertas, hasta una altura fija equivalente a un tercio de la altura total del fuste de los 250 árboles prometedores. En esta labor se deben utilizar tijeras podadoras y sierras de mano.

AÑO 10:

En este año está previsto realizar la poda de los 250 árboles prometedores, hasta una altura de 5.3 a 5.5 m. que corresponde

a las dos primeras trozas más tocón y desperdicios. Las herramientas aconsejadas para este caso son la motopodadora, sierra de mango largo y cuchillos. También se puede combinar sierra de mano con escalera.

AÑO 15:

En el primer raleo de producción, cuya madera será utilizada para postes, aglomerados, pulpa y leña, se espera obtener aproximadamente unos $62.0 m^3$ de madera sólida. Se dejarán en pie unos 400 árboles. Posterior a esta faena, se deben podar a una altura de $2.8m$. (primera troza más tocón), los 250 árboles mejor desarrollados.

Luego del primer raleo de producción, se recomienda efectuar un último raleo de los 250 árboles seleccionados para la corta final, hasta una altura de 7.8 a $8.0 m$. correspondientes a tres trozas de $2.5 m$. más tocón y desperdicios.

Para este trabajo se emplearán la motopodadora, sierras y cuchillos de mango largo; o sierras de mano combinado con escalera.

AÑO 20:

Segundo raleo, de producción, cuya madera puede ser utilizada para postes, tableros aglomerados, pulpa, papel y leña. Se estima una extracción de $56 m^3$ de madera sólida. Se dejarán en pie 250 árboles. Simultáneamente se debe efectuar poda hasta una altura de 7.8 a $8.0 m$ (3 trozas más tocón), de los árboles que quedan en pie.

En este modelo, se han establecido raleos de producción severos, para la obtención de productos intermedios, otorgando a la población que queda en pie, superiores condiciones de luz y disponibilidad de agua y nutrientes del suelo; lo que permite un mejor crecimiento de los individuos y una reducción del turno de corta, que se espera sea alrededor de 25 años.

5.6.3 SISTEMA DE LAS CURVAS DE FOOT

La SWEDFOREST (7), basada en un adecuado inventario, propone la aplicación de cuatro modelos de manejo condicionados por la demanda y la Clase de Sitio (superior o inferior) y con indicaciones de espaciamiento, poda, raleo y turno según las metas adicionales de la plantación:

- “A” Madera para aserrar, solamente.
- “A2” Madera para aserrar bajo manejo extensivo.
- “B” Madera para aserrar y producción de fibra.
- “C” Madera para aserrar y leña.

Donde hay árboles, recomienda utilizarlos para estimar la producción por medio del Sistema del Índice de Sitio H_{20} (altura a los 20 años), que al especificar sitios superiores e inferiores conduce a ocho modelos diferentes (donde NO hay árboles, recomienda la Clasificación de Sitios en base al Tipo de Suelo establecido por PRONAREG-ORSTOM). Las curvas de altura derivadas por D. Foot en 1969 son utilizadas como base para el sistema H_{20} .

Como resultado final se obtienen modelos en forma de diagramas que no son nada más que GUIAS para el manejo, que requieren de experiencia de campo para su aplicación y están en función de la situación financiera del propietario, en todo caso, constituyen un avance en la teorización de los Modelos.

APROVECHAMIENTO DE LAS PLANTACIONES

Aquí se transcriben algunos párrafos de Vásquez, E. (9), en cuanto a planificación y maquinaria de Aprovechamiento.

6.1 PLANIFICACION DEL APROVECHAMIENTO

Para la planificación del aprovechamiento de los bosques plantados de pino se deben tomar en cuenta algunos aspectos, entre los que se encuentran:

- Definición del destino de los diferentes productos principales y secundarios del bosque tales como: aserrío, postes, material para aglomerados, pulpa y leña.
- Definición de requerimientos de personal, que participará en el aprovechamiento, estableciendo niveles de aptitud y responsabilidad.
- Definición del equipo y maquinaria que se va a utilizar para las diferentes labores de apeo, extracción y transporte.
- Preparación de las vías de extracción principales y secundarias.
- Si hay eliminación total o a tala raza de la masa forestal, se presupone la limpieza y preparación del terreno para establecer la nueva plantación.

- Determinación de la dirección e intensidad de los vientos dominantes de la zona.
- Determinación de los sitios de acopio de las trozas, con clasificación por clases diamétricas, longitudes y usos.

6.2 TÉCNICAS Y MAQUINARIA

Las técnicas a utilizarse dependen del tipo de maquinaria y equipo a utilizarse. Existen en el mercado mundial, implementos y maquinaria sofisticados, que permiten mecanizar con sistemas computarizados, todas las operaciones de apeo, desramado, troceado, extracción y transporte.

La utilización de tales maquinarias modernas es común en países de gran desarrollo industrial donde los costos de mano de obra son elevados, se aplican en terrenos relativamente planos, con volúmenes de trabajo permanentes.

Sin embargo, en nuestro medio, los costos de mano de obra son bajos, los terrenos utilizados para la reforestación con pinos son muy irregulares, y los volúmenes de trabajo, son relativamente bajos.

El equipo, maquinaria y técnicas utilizados para las diferentes labores de aprovechamiento se describen a continuación:

De apeo

Las llamadas cosechadoras forestales, son tractores de llantas u oruga equipados con un cabezal que incluye motosierra, rodillos de avance del fuste, cuchillas para desrame y grúa con

pinzas, acoplado a un sistema computarizado en la cabina del tractor, que permite ejecutar las operaciones de apeo, desrame y troceado según la longitud deseada. Esta máquina es recomendada para operar en terrenos relativamente planos, con tamaño mediano de fustes. El tractor apila las trozas con la grúa de pinzas, junto a las vías de extracción.

En nuestro medio, el apeo, desrame, descope y troceado se efectúan con motosierra. Para el apeo, es menester efectuar primeramente un corte en ángulo (apertura de boca o muesca), para establecer la dirección de la caída y luego un corte de caída en el lado opuesto y ligeramente más alto que el primero. Ambos cortes deben realizarse lo más cercano al suelo para obtener un mayor aprovechamiento del tronco y evitar obstáculos para la movilización de la maquinaria de extracción.

Para facilitar el trabajo de desrame, eliminación de copa y eventual troceado, se ha de procurar tumbar los árboles sobre otro caído y preferentemente en dirección de la vía de extracción.

De extracción

La extracción de la madera del bosque puede hacerse por arrastre del fuste desramado y descopado hasta un patio de acopio, con la ayuda de una máquina extractora de arrastre, o en trozas de longitud preestablecida con un tractor y remolque. En el primer caso, el fuste debe tener una longitud múltiplo del tamaño de las trozas, a fin de evitar el transporte de desperdicios; en el segundo, las trozas son cargadas al remolque con la grúa incorporada al tractor o con cargadora especial.

En sitios de topografía irregular, se puede establecer un sistema de extracción a base de cables y winchas, aunque en nuestro país no hay experiencia al respecto.

Se recomienda que en el patio de acopio de fustes largos o de trozas, se agrupen por usos, clases diamétricas, largos y usos. Esto facilita la comercialización de trozas y el transporte del material, de características similares.

De transporte

El transporte de trozas hasta la planta industrial se lo realiza con la ayuda de camiones-plataformas, que son cargados con grúas de pinzas. Si las distancias no son muy largas, el transporte se lo puede efectuar en carretones.

Son muy frecuentes los casos en los que se instala un aserradero semiportátil en el mismo bosque, en cuyo caso el transporte de madera aserrada se efectúa en camiones de cajón cerrado o en camiones plataformas.

PROTECCION

Las plagas y enfermedades, generalmente se presentan por falta o error de fertilización.

En Ecuador se presentan las siguientes:

a) Plagas

Defoliadores	Medidor (polilla)	<i>Leucolopsis sp.</i>
	Medidor (polilla)	<i>Neotherina sp.</i>
	Polilla nocturna	<i>Copaxa medea</i>
	Medidor de musgo	<i>Nemoria omphax</i>
	Larva del triángulo	<i>Gaujonia arborosi</i>
	Escarabajo de las acículas	<i>Eurymetopellus sp.</i>
Insectos del floema	Coleóptero de la corteza	<i>Leiopus superstes</i>
	Taladrador	<i>Paramallocera ilinizae</i>
Insectos de la madera	Escarabajo negro	<i>Hexaphyllum seguyi</i>

Jijón, G. (2), señala que en el caso de las dos primeras plagas, el problema ha sido superado casi en su totalidad, gracias a la acción benéfica de agentes parásitos y prácticas de trampeo con lámparas de luz blanca, no siendo necesario el uso de insecticidas.

b) Enfermedades

Pudrición del pie Quemadura de acículas Manchas de acículas	Géneros:	<i>Damping-off</i>
		<i>Dothistroma sp.</i>
		<i>Lophodermium</i>
Muerte descendente Marchitez descendente	Géneros:	<i>Pestalotia</i>
		<i>Hypodermella</i>
		<i>Strasseria</i>
		<i>Naemacyclus</i>
		<i>Diplodia pinea</i>
		<i>Phomopsis</i>
Marchitez Chancro		<i>Curvularia</i>
		<i>Sclerophoma</i>
		<i>Spegazzinia</i>
		<i>Apospheria hominalis</i>
		<i>Nectria sp.</i>

UTILIZACION

A. TECNOLOGIA DE LA MADERA

Según Vásquez, E. (8), tiene las siguientes características organolépticas:

a) Caracteres organolépticos:

- Olor.- Fragante cuando fresca, característico a madera resinosa.
- Sabor.- Ausente o no distintivo.
- Color y vetado.- Albura blanca con transición gradual a duramen crema-amarillento. Vetas en líneas ligeramente más oscuras.
- Lustre.- Mediano
- Grano.- Recto, generalmente
- Textura.- Fina
- Líneas vasculares.- Ausentes. Visibles las líneas de conductos resiníferos.
- Peso y dureza.- Moderadamente liviana y suave (a liviana y suave), suave=191 kg en verde.

Según al PADT-REFORT (6), tiene las siguientes propiedades físicas y mecánicas.

b) Propiedades físicas:

- Contenido de humedad (CH. en %).-
Verde=162.8;
seca al aire=12.9.

- **Densidad (D. en g/cm^3).**-
 Verde=1.04;
 Seca al aire=0.48;
 Anhidra=0.45;
 Básica=0.39.
- **Contracción Normal (CN. en %).**-
 Radial=3.0;
 Tangencial = 5.2;
 Volumétrica=8.0.
- **Contracción Total (CT. en %).**-
 Radial=4.6;
 Tangencial=7.7;
 Volumétrica=11.9;
 Relación de contracción Tangencial a Radial (T/R)=1.7.

c) Propiedades mecánicas:

- **Flexión estática**
 - 1) En verde
 Esfuerzo en el límite proporcional (ELP en kgf/cm^2)=116
 Módulo de ruptura (MOR en kg/cm^2)=252
 Módulo de elasticidad (MOE en Ton/cm^2)=45.
 - 2) Con 12% de humedad:
 ELP=293
 MOR=664
 MOE=76

- **Compresión al grano**

- 1) En verde:
Paralela, Esfuerzo de Ruptura (ER en kg/cm^2)=98.
Perpendicular, Esfuerzo en el Límite Proporc.
(ELP en kg/cm^2)=26.
- 2) Con 12% hum. Paralela, ER = 290
Perpendicular, ELP=70

- **Cizallamiento**

- 1) En verde:
Radial, Esfuerzo de Ruptura radial (ER en kg/cm^2)=46.
Tangencial, Esfuerzo de Ruptura tangencial (ER en kg/cm^2)=?
- 2) Con 12% de humedad:
Radial, Esfuerzo de Rupturas radial (ER en kg/cm^2)=85
Tangencial, Esfuerzo de ruptura tangenc: (ER en kg/cm^2)=?

- **Dureza**

- 1) En verde:
Lados (en kg)=191
Extremos (en kg)=198
- 2) Con 12% de hum.
Lados (en kg)=264
Extremos (en kg)=328

- **Tenacidad**

1) En verde:

Radial (en *kg-m*)=2.74

Tangencial (en *kg-m*)=?

2) Con 12% de hum.

Radial (en *kg-m*)=1.58

Tangencial (en *kg-m*)=?

Según el MAG-PNF (3), tiene otras cualidades tales como:

d) **Secado:**

Madera de secado al aire rápido, en 60 días alcanza el 20% de humedad. En la estufa seca bien utilizando un programa severo.

e) **Preservación:**

Fácil de tratar en los tres casos: a presión con sales, a presión con pentaclorofenol y por inmersión con pentaclorofenol; retenciones de 592.03, 413.53 y 213.17 l/m^3 respectivamente. Penetración total.

f) **Durabilidad relativa:**

Promedio de peso perdido por acción de los hongos =18.61%, lo que indica que pertenece a la categoría de "no resistente".

g) **Trabajabilidad:**

Defectos muy débiles en el cepillado y moldurado. Los defectos de taladrado son leves.

B. USOS

En concordancia con el análisis de consumo de madera de pino, que define los objetivos de las plantaciones los usos son los siguientes:

De la madera aserrada se hacen partes y piezas, revestimientos de cielo raso y paredes, muebles, lapicería, tableros decorativos, aglomerados y MDF*, construcciones livianas, postes, pulpa, papel, leña y carbón.

Además; es fuente de aceites esenciales y resina transparente (ubicada en los canales intercelulares) de donde puede obtenerse agua roz y colofonia para la producción de papel.

En plantaciones de pino puede cultivarse algunos hongos comestibles como los llamados champiñones.

Finalmente, se debe considerar otros beneficios intangibles tales como los relacionados con la conservación de los recursos naturales.

* *Medium Density Fiberboard*

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL

- 1.- **Betancourt, A.** Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. La Habana-Cuba, Editorial Científico-Técnica, 1987. 427 p.
- 2.- **Jijón, G.** Gusano medidor de las acículas de pino. Quito, MAG-Programa Nacional de Sanidad Vegetal, 1984. 7 p.
- 3.- **MAG-PNF.** Estudio preliminar tecnológico de 20 especies forestales del Ecuador. Quito, Centro Forestal de Conocoto, 1981. 27 p.
- 4.- **Montenegro, F.** Plantaciones forestales productivas en la sierra de Ecuador con pino radiata; compilado en: Análisis económico de inversiones en plantaciones forestales en Ecuador. Quito, Ian Mc Cormick, 1987. 106 p.
- 5.- **Napier, I.** Técnicas de viveros forestales con referencia especial a Centroamérica. Siguatepeque-Honduras, Graficentro Editores, 1985. 291 p.
- 6.- **PADT-REFORT.** Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Ecuador. Lima, Junta del Acuerdo de Cartagena, 1981. 53 p.
- 7.- **SWEDFOREST INTERNATIONAL AB**
Productividad de *Pinus radiata* y modelos para su manejo. Quito, Proyecto Modelos de Manejo Silvicultural para Plantaciones de Pino en el Ecuador -INEFAN, 1995. 70 p. más apéndices.

- 8.- **Vásquez, E.** Descripción general, botánica y anatómica de 52 maderas del Ecuador. Quito, MAG-Programa Nacional Forestal, 1983. 102 p. más láminas.
- 9.- _____ . Plan de manejo prototipo para bosques plantados de Pino. Quito, Proyecto INEFAN-ITTO Meta 2000 PD/25, 1995. 58 p.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

- **Estrada, W.** Fitotecnia II. Poligrafiado de la cátedra. Ibarra, UTN- FICAYA-EIA, 1992. 60 p.
- **Galloway, G. & Borgo, G.** Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la sierra peruana. Lima, Proyecto FAO/HOLANDA/INFOR, 1984. 144 p.
- **Gara, R. & Onore, G.** Entomología Forestal. Quito, MAG-Proyecto DINAF-AID, 1989. 267 p.
- **Lamprecht, H.** Silvicultura en los trópicos. Trad. del alemán por Antonio Carrillo. Alemania, G.T.Z., 1990. 335 p.
- **MAG** Inventario de plagas, enfermedades y malezas del Ecuador. Quito, Programa Nacional de Sanidad Vegetal-G.T.Z., 1986. 186 p.
- **Pozo, H.** Control del mal de almacigos en *Pinus radiata* D. Don. y *Pinus patula* Schl et Cham. con la aplicación de productos orgánicos e inorgánicos. Tesis Ing. For. Ibarra, UTN-FICAYA-EIF, 1994. 72 p.
- **SEP/Trillas.** Producción Forestal. México, Secretaría de Educación Pública - Ed. Trillas, 1984. 134 p.

Por siempre, los verdaderos árboles son, en primer lugar, productores de madera. La madera es, sin lugar a dudas, de entre las más importantes, la materia prima más noble y útil que nos brinda la naturaleza, sin la cual el hombre nunca habría alcanzado el adelanto y bienestar que hoy ostenta.

La madera tiene el valor inapreciable, por no decir único, de constituirse en la materia prima estructural natural susceptible de renovarse.

Hoy en día la madera se sitúa en destacados sitios de la economía mundial, tanto por las cifras elevadas de su producción anual, como por los mercados internacionales que aprecian sus cualidades que la hacen, por ahora, insustituible.

A demás, los árboles proporcionan oxígeno, áreas de recreación y un ambiente agradable. Por esto, este manual es útil para obtener una idea clara de como implementar, manejar, hacer producir y mantener los bosques vivos en beneficio final del hombre.

LIBROS QUE INTEGRAN LA SERIE

MANUALES PARA LA PRODUCCION DE:

1. ALISO *Alnus acuminata* H.B.K.
2. PINO *Pinus radiata* D. Don.
3. EUCALIPTO *Eucalyptus globulus* Labill
4. NOGAL *Juglans neotropica* Diels
5. LAUREL *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken
6. PACHACO *Schizolobium parahybum* (Vellozo) Blake
7. TECA *Tectona grandis* L. f.
8. MELINA *Gmelina arborea* Roxb
9. GUAYACAN BLANCO *Tabebuia donnell-smithii* Rose
10. MASCAREY *Hyeronima alchorneoides* Fr. Alemao

11. MANUAL DE VIVEROS

12. MANUAL DE PLANTACIONES