E U C A L Y P T U S

0001400

PRINCIPIOS DE SILVICULTURA Y MANEJO













INSTITUTO FORESTAL CHILE

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION

INSCRIPCION Nº 72.904

Impreso en los Talleres Gráficos de
IMPRESOS NOVA LTDA.

Copiapó 747
Fonos: 343040 - 345081
Edición de 1.000 Ejemplares
Santiago de CHILE - 1989

178.83(8
PRAe
C.2

E U C A L Y P T U S
PRINCIPIOS DE SILVICULTURA Y MANEJO

Editores: José Antonio Prado D.
Santiago Barros A.

Instituto Forestal
División Silvicultura

Corporación de Fomento de la Producción
Gerencia de Desarrollo
AF - 89/06

Santiago, Chile
Junio 1989

INFOR

PROLOGO

La presente publicación tiene por objeto poner a disposición del Sector Forestal Chileno toda la información que ha sido posible reunir sobre el eucalipto en el país, la cual se ha completado con una intensa revisión de bibliografía extranjera; principalmente de Australia, Nueva Zelandia y Sudáfrica, países que han realizado una gran cantidad de investigación sobre el tema.

La información nacional proviene de importantes y diversas líneas de investigación del Instituto Forestal, apoyadas por la Corporación de Fomento de la Producción, y de nuevos trabajos para los cuales se ha contado con el apoyo adicional del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (CIID). Los principales de éstos proyectos de investigación son: "Introducción de Especies Forestales con Valor Económico", "Manejo Silvícola de Especies del Género Eucalyptus", "Desarrollo Forestal del Secano Interior de la Zona Central del País", "Utilización de Herbicidas en el Establecimiento de Plantaciones Forestales" y "Mejoramiento Genético de Especies Seleccionadas del Género Eucalyptus".

El Instituto Forestal, filial de la Corporación de Fomento de la Producción, espera que este trabajo sea un real aporte al conocimiento del manejo silvicultural de estas especies, por las cuales existe un interés creciente ya que deben permitir la creación de importantes recursos y la incorporación de extensos terrenos, actualmente subutilizados, a la producción forestal.

INSTITUTO FORESTAL

PATRICIO D. VALENZUELA V.
DIRECTOR EJECUTIVO

SANTIAGO, Junio 1989.

RECONOCIMIENTOS

Los editores manifiestan su reconocimiento a los Ingenieros de la División Silvicultura del Instituto Forestal, que aunque en algunos casos no son autores o coautores de capítulos, han tenido una importante contribución en la conclusión de éstos. Ellos son los Ingenieros Forestales Sres. **Patricio Rojas V., Johannes Wrann H., Juan José Aguirre A., Manuel Toral I.** y **Daniel Barros R.,** a cargo de diferentes líneas de investigación directamente relacionadas con resultados y otros antecedentes que aquí se presentan. Particular mención se hace del primero de ellos, quien tuvo una importante participación en las etapas iniciales recopilando antecedentes para la preparación de esta edición.

Valioso también ha sido el aporte del Departamento de Computación del Instituto Forestal, en el procesamiento y revisión de información de texto. Especial reconocimiento en este aspecto del trabajo para el Sr. **Juan Carlos Bañados M.,** estudiante de Ingeniería Forestal y funcionario de este Departamento.

Finalmente, los editores en nombre del Instituto Forestal, agradecen en forma especial la participación del Ingeniero Forestal de la Corporación de Fomento de la Producción Sr. **Eduardo Fernández M.,** quien se desempeña como contraparte en diversas líneas de investigación silvícola que esta Corporación contrata al Instituto Forestal.

INFOR

CONTENIDO

CAPITULO I	Introducción Santiago Barros A.	1
CAPITULO II	El Género Eucalyptus Santiago Barros A.	3
CAPITULO III	Plantaciones del Eucalipto en Chile Santiago Barros A.	12
CAPITULO IV	Semillas y Producción de Plantas Santiago Barros A.	15
CAPITULO V	Selección de Especies y Procedencias José Antonio Prado D.	42
CAPITULO VI	Establecimiento de Plantaciones José Antonio Prado D.	57
CAPITULO VII	Manejo de Plantaciones José Antonio Prado D.	79
CAPITULO VIII	Crecimiento y Rendimiento Santiago Barros A. Patricio Rojas V.	101
CAPITULO IX	Antecedentes sobre Propiedades y Utilización de la Madera José Antonio Prado D. Santiago Barros A. Juan José Aguirre A.	146
CAPITULO X	Evaluación Económica Jorge Cabrera P.	174
ANEXO Nº 1	Principales Proveedores de Semilla Australianos	184
ANEXO Nº 2	Principales Problemas Fitosanitarios en Viveros	186

INDICE

	PAGINA
CAPITULO I	1
INTRODUCCION	1
Referencias	2
CAPITULO II	3
EL GENERO EUCALYPTUS	3
Antecedentes Generales	3
Principales Características Morfológicas de los Eucaliptos	4
Corteza	5
Hojas	5
Hojas de plantas nuevas	5
Hojas juveniles	5
Hojas intermedias	5
Hojas adultas	7
Flores y Frutos	7
Sistemática de los Eucaliptos	8
Especies del género Probadas en Chile	11
Referencias	11
CAPITULO III	12
PLANTACIONES DE EUCALIPTO EN CHILE	12
Introducción	12
Superficies y Distribución de las Plantaciones según Región	13
Superficies y Distribución de las Plantaciones según Región y Clase de edad	13
Referencias	14
CAPITULO IV	15
SEMILLAS Y PRODUCCION DE PLANTAS	15
Semillas	15
Abastecimiento de semillas	16
Pretratamiento de Semilla	17
Procedencias de Semillla	18
Producción de Plantas	21
Tipos de Viveros	21
Ubicación de Viveros	22
Tamaño de Viveros	22
Instalación de un Vivero	22
Preparación del terreno	22
Cerco	23
Diseño del Vivero	23
Construcción de Platabandas	23
Construcción de Sombreaderos	24
Otras construcciones y equipos	24
Producción de Plantas en Macetas	24
Siembra	27
Preparación de las Macetas	30

INFOR

Repique 32
Cuidados posteriores 33
Extracción y transporte de plantas 34
Producción de Plantas a Raíz desnuda 34
Siembra 35
Acondicionamiento de plantas 36
Extracción y transporte de plantas 38
Fertilización 38
Micorrización 39
Control de Malezas 39
Referencias 40
CAPITULO V 42
SELECCION DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS 42
Introducción 42
Selección de Especies 42
Condiciones de Sitio 42
Clima 43
Suelo 48
Objetivos de la Plantación 49
Procedencia de la Semilla 52
Antecedentes 52
Selección de Procedencias para algunas especies de Eucalyptus en Chile 53
Referencias 55
CAPITULO VI 57
ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES 57
Introducción 57
Preparación del Sitio 57
Limpia 57
Preparación del suelo 58
Hoyadura 58
Surcos 58
Subsolado 60
Otros métodos 60
Plantación 62
Epoca de plantación 62
Espaciamiento de plantación 63
Calidad del sitio 63
Objetivo de la plantación 63
Alineamiento 64
Tipo y Tamaño de Planta 64
Técnica de plantación 65
Cuidados 66
Control de la Competencia 66
Efectos de la preparación del suelo 66
Herbicidas 67
Limpia Manual 70

Fertilización 70
Oportunidad de la Aplicación y Respuesta 70
Método de Aplicación 71
Tipo de Fertilizante y Dosis 72
Interacción con otros Tratamientos 73
Riego 74
Protección 74
Contra animales mayores 74
Contra animales menores 74
Contra plagas y enfermedades 75
Contra incendios 76
Referencias 76
CAPITULO VII 79
MANEJO DE PLANTACIONES 79
Introducción 79
Manejo de Bosques de Monte Alto 79
Espaciamiento 81
Efectos del Espaciamiento 81
Espaciamiento según objetivos 83
Raleos 84
Efectos del Raleo 85
Podas 87
Esquemas de manejo 88
Manejo de Bosques de Monte Bajo 90
Capacidad de retoñación 90
Epoca de corta 91
Altura de Tocón 92
Método de volteo y Tipo de Corte 93
Diámetro y Edad del Tocón 93
Manejo de los Retoños-Clareos 93
Oportunidad de los Clareos 96
Método de ejecución de Clareos 96
Esquemas de Manejo 97
Mortalidad de los Tocones y Número de Rotaciones 98
Renovación Total 99
Replante Parcial 99
Referencias 99
CAPITULO VIII 101
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO 101
Introducción 101
Crecimiento y Rendimiento en parcelas experimentales, de las PrincipalesEspecies de Eucalyptus Introducidas al país 101
Crecimiento de Especies del Género Eucalyptus en la Región Mediterránea Semiárida 103
Crecimiento de Especies del Género Eucalyptus en la Región Mediterránea Central 103

Crecimiento de Especies del Género
Eucalyptus en la Región Oceánica de los Lagos 110
Crecimiento y Rendimiento del
Eucalyptus Globulus en Chile 110
Funciones de Sitio 110
Funciones de Volumen 113
Funciones de Crecimiento 113
Funciones de Biomasa 135
Relaciones Funcionales 137
Relación DAP - DAT (Diámetro del Tocón) 137
Relación DAP - H (Altura Total) 138
Relación DAP - EC (Espesor de Corteza) 138
Crecimiento y Rendimiento de otras Especies del Género en Chile 138
Funciones de Volumen 138
Funciones de Crecimiento 143
Relaciones funcionales 143
Relación DAP - DAT (Diámetro del Tocón) 143
Relación DAP - H (Altura Total) 143
Relación DAP - EC (Espesor de Corteza) 144
Referencias 144
CAPITULO IX 146
ANTECEDENTES SOBRE PROPIEDADES
Y UTILIZACION DE LA MADERA 146
Introducción 146
Calidad de la Madera 147
Propiedades Básicas 147
Contenido de Celulosa, Hemicelulosa y Lignina 147
Componente del Duramen 147
Fibras 148
Vasos 149
Densidad 149
Contenido de Humedad 152
Propiedades Mecánicas 152
Densidad Básica 152
Flexión 155
Compresión Paralela 155
Dureza 156
Tenacidad 156
Clivaje 156
Cizalle 156
Tracción 157
Problemas Asociados a la Calidad de la Madera 157
Tensiones de Crecimiento 157
Madera de Tensión 159
Madera de Corazón 159
Kino 159
Utilización 160

Pulpa y Papel 160
Algunos Factores que afectan los procesos y Propiedades de la Celulosa y el papel 160
Algunos Antecedentes sobre Procesos de pulpaje Químico 162
Tableros de Madera 162
Tablero Contrachapados 162
Tableros de Fibras 164
Tableros de Partículas 165
Energía 165
Poder Calorífico 166
Efecto de la Densidad y Contenido de Humedad 166
Comercialización de la leña 167
Carbón vegetal 168
Madera Aserrada 168
Secado 169
Principales problemas Asociados al Secado 169
Preservación 170
Referencias 172
CAPITULO X
EVALUACION ECONOMICA 174
Introducción 174
Costos e Ingresos 174
Criterios de Evaluación 175
Valor Actual Neto, VAN 175
Aplicaciones del VAN 177
Tasa Interna de Retorno, TIR 178
Limitaciones de la TIR en la Evaluación de Proyectos Forestales 179
IVAN 179
Otros Indicadores de Rentabilidad 179
Ejemplo de Cálculo de Rentabilidad de un Proyecto de Plantación de Eucalipto, a través del VAN 181
Referencias 183

Anexo 1 184
Principales Proveedores de Semillas Australianos 184
Gobierno Federal 184
Gobiernos Estatales 184
Proveedores Privados 184

Anexo 2 186
Principales Problemas Fitosanitarios en Vivero 186
Hongos 186
Caídas de almácigos o Dumping Off 186
Oidios 186
Moho Gris - Botrytis 186
Royas 186
Bacterias 186
Agallas de las Raíces 186
Insectos 186

Larvas subterráneas 186
Pulgones 187
Trips 187
Nemátodos 187
Arañitas 187

CAPITULO I

INTRODUCCION

Santiago Barros A.

Los recursos forestales chilenos están constituídos en la actualidad por unos 7,6 millones de hectáreas de bosques naturales y 1,3 millones de hectáreas de plantaciones, en tanto que los suelos forestales se estiman en más de 20 millones de hectáreas.

Durante los últimos 13 años (1975 - 1987), mediante la aplicación de una legislación de fomento forestal, se han establecido unas 900 mil hectáreas de nuevas plantaciones y además, la materia prima procedente de bosques creados anteriormente ha permitido alcanzar niveles de extracción anual superiores a los 10 millones de metros cúbicos, para el abastecimiento de la creciente industria de transformación química y mecánica de la madera y de una exportación también creciente de rollizos.

Tanto en las plantaciones como en la extracción volumétrica, la participación de Pinus radiata es superior al 80%, por lo que la importancia relativa actual de los bosques naturales y de otras especies exóticas es marginal.

Sin embargo, durante los últimos años se aprecia un incremento en la participación de otras especies en las plantaciones, destacando entre éstas los eucaliptos, que en 1987 ya alcanzan a 64 mil hectáreas y a un 5% del total de plantaciones existentes al año indicado (INFOR, 1988). Es posible notar un interés cada vez mayor por parte de las empresas y los forestadores particulares, por la creación de bosques de eucaliptos para la producción de energía, madera para pulpa, tableros, chapas y madera aserrada, además de productos secundarios como aceites esenciales, taninos y otros.

Investigaciones de más de 25 años, representadas por un extenso programa de introducción de especies desarrollado por el Instituto Forestal, han permitido constituir una valiosa base experimental para la selección de diferentes especies del género Eucalyptus para la forestación bajo las diversas condiciones de suelo y clima que se presentan en Chile.

Especies del género, como : *Eucalyptus camaldulensis, E. cladocalyx, E. sideroxylon* y las subespecies de *E.globulus,* ofrecen posibilidades concretas para la forestación en la zona semiárida de la parte central del país, si se emplean las procedencias de semilla correctas y las técnicas de establecimiento de plantaciones adecuadas. En tanto que para la zona centro-sur y sur del país, diversas especies, como : *Eucalyptus delegatensis, E. fastigata,* las subespecies de *E. globulus, E. nitens, E. regnans, E. viminalis* y otras, constituyen claras alternativas para la creación de bosques de rápido crecimiento y altos rendimientos (INFOR - CORFO, 1986).

En base a las reducidas plantaciones disponibles en la actualidad, fundamentalmente de *E. globulus,* existe un intenso comercio de madera para diferentes usos, entre los que destacan leña, carbón y madera de infraestructura, en la zona central del país, y chapas, revestimientos y madera aserrada, en la zona sur. Cabe destacar también la madera para pulpa de consumo local y la exportación de rollizos para pulpa a elevados precios.

Las especies del género Eucalyptus representan para el país una excelente posibilidad de ampliar las plantaciones hacia suelos forestales marginales para el crecimiento de *Pinus radiata,* incorporándose a la producción extensas zonas, como el secano interior de la zona central y sectores de precordillera andina de la zona centro-sur y sur. Además, ofrecen la oportunidad de diversificar las plantaciones con ganancias de rendimiento y/o reducciones de la rotación, en aquellos sitios en que *Pinus radiata* prospera bién.

El rendimiento medio del Pino Insigne *(Pinus radiata)* en el país, para todos los sectores en

INFOR

los que se cultiva, alcanza a unos 24 m^3/ha/año (INFOR, 1966). Existen para esta especie diversas y numerosas tablas de volumen, funciones de rendimiento, e incluso modelos simuladores de crecimiento y rentabilidad, para las diferentes clases de sitio de las zonas donde se le cultiva. La especie ofrece rendimientos extremos de unos 10 a algo más de 40 m^3/ha/año, en la zona costera norte de la V Región y en la zona costera de la VIII Región, respectivamente.

En cambio se dispone de escasa información sobre el rendimiento de plantaciones de eucaliptos. Sin embargo, se pueden mencionar algunas cifras, tanto de carácter práctico como de fuente experimental. En la zona semiárida central del país en plantaciones de *E. globulus*, con rotaciones de unos 14 a 15 años en monte alto y de menor período en monte bajo, se pueden indicar medias de unos 10 a 20 m^3/ha/año, según se trate de zonas de secano interior o costeras. Si estas plantaciones se ubican en lecho de río, laderas bajo canal, o disponen de napas freáticas superficiales, los rendimientos pueden ser considerablemente superiores.

En parcelas experimentales de introducción de especies, en el predio Leonera, ubicado en las cercanías de Tomé, VIII Región, se han medido incrementos anuales superiores a los 45 m^3/ha, e incluso a los 50 m^3/ha, en *E. nitens, E. regnans, E. delegatensis,* subespecies de *E. globulus* y *E. fastigata,* y en el Centro Experimental Antiquina del Instituto Forestal, cercano a Cañete, en la misma Región, se han estimado incrementos superiores a los 60 m^3/ha/año con algunas de estas especies (INFOR - CORFO, 1986).

A lo mencionado se deben agregar las ganancias de crecimiento que ya se están obteniendo a través de la selección de las mejores procedencias de semilla en cada caso y la utilización de técnicas intensivas de establecimiento de plantaciones en cada zona del país y las aún mayores ganancias que se obtendrán con el mejoramiento genético iniciado para las especies de más destacados resultados hasta ahora.

Al respecto cabe destacar que el Instituto Forestal, filial de la Corporación de Fomento de la Producción, con el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá, CIID, no sólo está manteniendo e incrementando su línea de investigación sobre introducción de especies, sino que ha ampliado sus trabajos hacia la selección de procedencias de semillas; evaluación de técnicas intensivas de establecimiento de plantaciones, que incluyen preparación de suelos, control de competencia, fertilización, riego y otros factores, y ha iniciado un vasto programa de mejoramiento genético para las especies más importante del género introducidas al país.

En los capítulos siguientes se intenta entregar una completa información sobre la silvicultura y manejo del eucalipto en Chile, extraída tanto de los proyectos de investigación del Instituto Forestal y de experiencias reunidas por empresas del sector, como de una intensa revisión de bibliografía extranjera.

Referencias

Instituto Forestal, 1966. Inventario de las Plantaciones Forestales de la Zona Centro Sur de Chile. Informe Técnico N° 24. Santiago, Chile. 93 p.

Instituto Forestal, Corporación de Fomento de la Producción, 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Santiago, Chile. 168 p.

Instituto Forestal, 1988. Estadísticas Forestales 1987. Boletín Estadístico N° 6. Santiago, Chile. 110 p.

INFOR

CAPITULO II

EL GENERO EUCALYPTUS

Santiago Barros A.

Antecedentes Generales

El género Eucalyptus corresponde botánicamente a la Clase Angiospermas, Subclase Dicotiledoneas y Familia Mirtaceas; existen en el género más de 500 especies, originarias de Australia y algunas islas cercanas.

Se trata de especies que prosperan bajo una gran diversidad de condiciones ambientales, desde la parte norte de Australia, con climas tropicales y subtropicales, con lluvias de carácter estival, hasta la parte sur y la Isla de Tasmania, con climas templados fríos y precipitaciones invernales. Altitudinalmente se distribuyen entre el nivel del mar y unos 2000 m sobre éste.

Debido a la amplia distribución natural del género y al elevado número de especies que lo componen, es posible encontrar gran variedad de formas y tamaños entre ellas. Como ejemplo se puede mencionar que *Eucalyptus regnans* (Mountain Ash), en Victoria y Tasmania, puede alcanzar alturas de más de 100 m, constituyéndose en la especie más alta de Australia y la latifo-

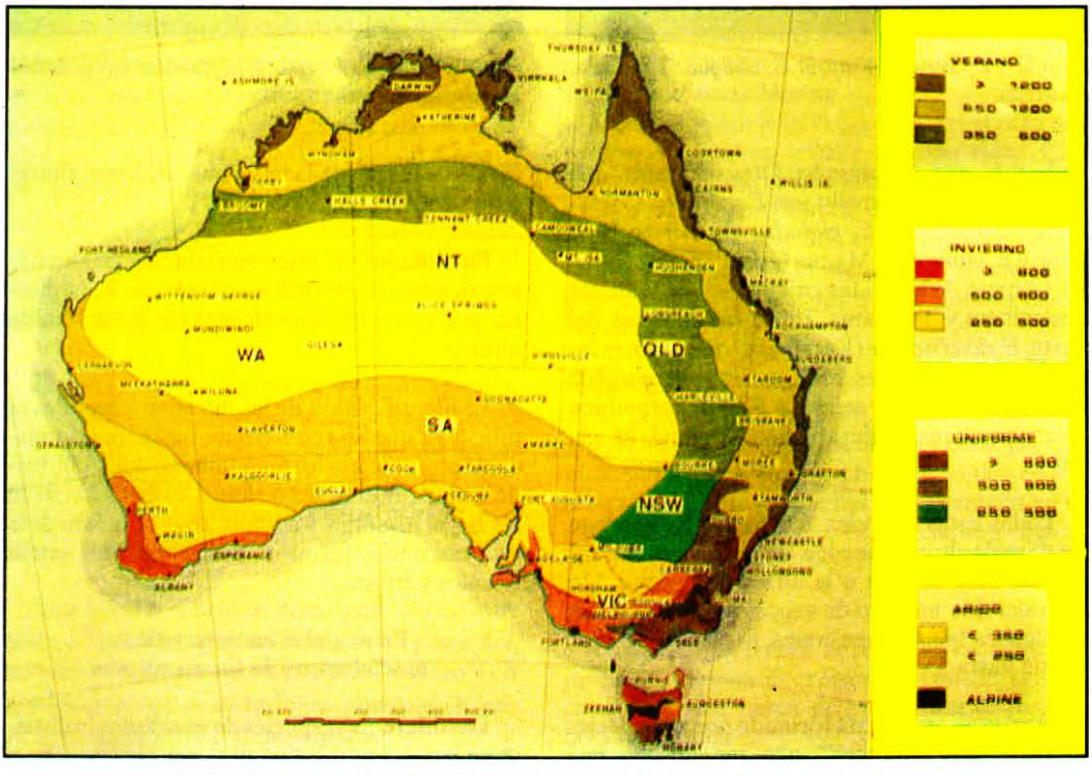


Foto II - 1 Monto y Estacionalidad de las Precipitaciones Anuales - Australia.



Foto II - 2: Bosque Natural *E. obliqua.* Tasmania, Australia.



Foto II - 3: Bosque Natural *E. globulus ssp. globulus.* Tasmania, Australia

liada más alta del mundo. Otras especies que alcanzan gran desarrollo son *E. obliqua* (Messmate Stringibark), *E. globulus* (Southern Blue Gum), *E. viminalis* (Manna Gum) y *E. delegatensis* (Alpine Ash), todas originarias del sudeste australiano y Tasmania. Entre las especies del oeste, *E. diversicolor* (Karri) es el que alcanza las mayores dimensiones. En la zona sub-tropical de lluvias de verano, *E. saligna* y *E. grandis* también alcanzan grandes desarrollos (Boland et al., 1984).

Todas estas especies normalmente superan los 45 m de altura y pueden alcanzar circunferencias de más de 6 m a la altura del pecho. Un considerable número de especies de gran valor, no alcanza tales dimensiones, presentando alturas de hasta 35 m.

Otro gran grupo está formado por las especies denominadas "mallees", que son árboles con varios fustes desde la base, que alcanzan alturas de 6 - 8 m (Ej. *E. polybractea*).

Finalmente, un número reducido de eucaliptos, tienen características arbustivas. *E. vernicosa,* por ejemplo, sólo alcanza de 0,4 a 1 m de altura.

La identificación de las diferentes especies es difícil, ya que se requiere de bastante información referente a la forma y tamaño del árbol, tipo de corteza en el tronco y ramas, características de las hojas juveniles y adultas, tipo y tamaño de la inflorescencia, forma y estructura de yemas florales y frutos.

Principales carácterísticas morfológicas de los eucaliptos

Las diferentes especies de eucaliptos se distinguen en primer lugar por sus características

generales y sus dimensiones, ya que, como se mencionó, dentro del género existen desde arbustos hasta árboles de gran tamaño. No obstante, para distinguir entre especies de aspecto general semejante, es necesario recurrir a diferentes factores morfológicos propios de cada una. Entre éstos, los más utilizados son la corteza, las hojas y los frutos.

Corteza

La corteza es un elemento fácil de observar en los árboles, por lo que sus características son de gran utilidad para la identificación de las especies. En general, la corteza en ramas jóvenes es lisa y en la parte inferior del tronco el ritidoma es más persistente y presenta surcos. Por esta razón se debe observar la corteza a cierta altura del fuste para apreciar las características que ayudan en la diferenciación de especies (FAO, 1979).

Una primera división general está dada por la persistencia de la corteza, ya que en algunos casos ésta se desprende en la medida que interiormente se renueva, en cuyo caso se la denomina corteza caduca. El desprendimiento se puede producir en largas tiras (*Eucalyptus globulus*), en láminas anchas (*Eucalyptus camaldulensis, Eucalyptus saligna*) o en pequeñas placas o escamas (*Eucalyptus citriodora, Eucalyptus astringens)*. Todas las especies con corteza caduca se agrupan en Australia bajo la denominación general de "gums" (FAO, 1979).

En otros casos la corteza no se desprende periódicamente y se la denomina persistente. Al envejecer su superficie se oxida y se oscurece, tornándose pulverulenta. Las especies de corteza persistente se agrupan en cuatro categorías o tipos que son (FAO, 1979) :

- "Ironbark" : Corteza dura, con fibras muy cortas o sin fibras, que se desprende en pequeños poliedros.Normalmente es de color oscuro y en ocasiones contiene inclusiones gomosas (Kino) ricas en taninos. (Ej. *E. sideroxylon*).

- "Box" : Corteza color gris pálido, de fibras cortas y finamente agrietada o reticulada oblicuamente sobre la superficie. (Ej.*E. melliodora*).

- "Long Fibred Brown Bark" : Corteza gruesa de color café oscuro, con fibras largas a muy largas y con profundos surcos longitudinales. En esta categoría se ubica también el tipo llamado "stringybark". (Ej. *E. delegatensis y E. obliqua*).

- "Pepermint" y "Bloodwood" : Corteza de color gris a negro, dura, con surcos irregulares en la superficie y principalmente en dos direcciones produciendo un efecto de escamas. (Ej. *E. dives, E. radiata*).

Hojas

Los eucaliptos presentan diferentes tipos de hojas según distintos estados de madurez de la planta, fenómeno que es denominado heterofilia. En el desarrollo de las plantas de eucalipto se reconocen cuatro etapas en que presentan hojas diferentes. Estas son (Boland et al., 1984; Brooker and Kleining, 1983) :

Hojas de Plantas Nuevas

Corresponden a las hojas que presentan las plantas durante su primer año de vida. Con la excepción de un reducido número de especies, estas hojas se distribuyen en pares opuestos y los pares sucesivos se ubican en ángulo recto en relación al anterior y el siguiente, tomando una disposición sobre el tallo que se conoce como "decusada".

Hojas Juveniles

Se presentan en las plantas nuevas cuando ya se han formado cuatro a seis pares de hojas. La misma forma toman las hojas iniciales en los rebrotes de cepa y aquellas que aparecen en el tronco de los eucaliptos, cuando sufren daños por incendio u otras causas (ramas epicórmicas).

Hojas Intermedias

Generalmente más anchas que las adultas y juveniles. El ápice de crecimiento puede producir numerosos pares de hojas antes de pasar a la etapa adulta.

INFOR



Foto II-4 : Corteza caduca Tipo Gum *E. globulus ssp. globulus*



Foto II-5: Corteza caduca Tipo Gum *E. camaldulensis.*



Foto II-6 : Corteza Persistente Tipo Ironbark. *E. sideroxylon.*



Foto II-7 : Corteza Persistente Tipo Stringybark. *E. delegatensis.*



Foto II-8 · Heterofilia en *E. nitens*. Hojas intermedias (arriba), hojas juveniles (abajo).

Hojas Adultas

Se trata de las hojas normalmente producidas en la copa de ejemplares maduros y en ramas que no hayan sufrido daños.

En las etapas iniciales existen grandes diferencias en la forma, tamaño, color y otras características de las hojas en diferentes especies, pero en la etapa adulta se produce una importante convergencia. En la mayoría de las especies estas hojas son lanceoladas, pecioladas, aparentemente alternas y de color verde.

Flores y Frutos

Entre las numerosas especies que constituyen el género, existe una gran diversidad en lo que se refiere a tamaño, forma y color de las yemas florales; flores y frutos. Por esta razón las clasificaciones taxonómicas de los eucaliptos están basadas principalmente en sus estructuras reproductivas.

La inflorescencia de los eucaliptos es normalmente de 3 tipos : axilar simple, axilar compuesta y terminal compuesta. Estas inflorescencias están conformadas por flores simples o más frecuentemente por grupos de tres, siete, once o más, sostenidas por un pedúnculo común.

Las flores o yemas florales que componen la inflorescencia pueden ser a su vez pedunculadas o seciles.Su base corresponde a un receptáculo ahuecado llamado hipantio que está coronado por el opérculo. Este último es una estructura cónica hemisférica o puntiaguda que se cree proviene de la fusión de los pétalos o los sépalos o ambos. Las flores de eucalipto no presentan pétalos típicos y sus colores están dados por los estambres.

Internamente la yema floral muestra la estructura básica de una flor bisexual, con un estaminóforo que sostiene los estambres, el ovario, estilo y estigma.

Cuando el opérculo se desprende las anteras poseen polen maduro, pero el estigma normalmente no está receptivo hasta unos días después.

INFOR



Foto II-9: Flores 1. *E. ficifolia* 2. *E. cladocalyx* 3. *E. delegatensis*

Esta secuencia impide la autopolinización de la flor (Boland et al., 1980).

Después de la fertilización los estambres se desprenden y los óvulos maduran dentro del hipantio, formándose asi un fruto leñoso y seco. El tiempo que los óvulos fertilizados toman en transformarse en semillas varía según las distintas especies, pero se habrá completado el desarrollo de éstas cuando el fruto se haya tornado seco y leñoso. Posteriormente, las semillas se desprenderán del fruto cuando se produzca la deshiscencia, al abrirse las valvas que cierran la parte superior del hipantio. No todo el material producido es fértil, ya que siempre quedan óvulos sin fertilizar que derivan en partículas inertes que acompañan a las semillas, a las cuales normalmente se les llama paráfisis (Boland et al., 1984).

Tanto el tipo de inflorescencia, como el tamaño, forma y otras características de yemas florales y frutos, constituyen factores de gran importancia para la identificación de las diferentes especies.

Sistemática de los Eucaliptos

Se han efectuado diversos intentos para clasificar los eucaliptos en grupos de especies similares. Para ésto se ha dividido el género en subgéneros; éstos a su vez en secciones, series y subseries. Entre las 500 o más especies que componen el género, hay muchas que son fáciles de identificar debido a la presencia de caracteres distintivos y estables. Otras en cambio, no permiten una clasificación fácil, ya que debido a una evolución más reciente presentan diferencias mínimas con otras especies relacionadas. Las clasificaciones son seguras hasta el nivel de series, pero para subseries y especies a menudo persisten dudas (Boland et al., 1984).

La clasificación de Pryor y Johnston (citada por Boland et al., 1984 y por FAO, 1979), define 7 subgéneros y 19 secciones que dividen al

INFOR



Foto II-10: Yemas florales, flores y frutos de *E. globulus ssp. globulus*.

género. En tanto, Hall, Johnston y Chippendale (1970) ordenan las especies según 11 grupos, cuyos nombres se relacionan con alguna característica anatómica particular del grupo de especies; como tipo de corteza (gum, ironbark, stringybark), madera (ash, box, bloodwood), etc.

Boland et al. (1984), ordenan las especies del género según la clasificación de Pryor y Johnston, haciendo también mención, en cada caso, de los grupos definidos por Hall et al. (1970). Se indica a continuación esta agrupación de especies, según subgéneros y grupos.

Subgénero Blakella

Paper Fruited Bloodwood: Grupo compuesto por 7 a 8 especies, desde árboles pequeños a moderadamente altos (35 m), que se distribuyen en la mitad norte de Australia y Nueva Guinea. No se han probado especies de este grupo en Chile *(E. tessellaris; E. papuana)*.

Subgénero Corymbia

Woody Fruited Bloodwood: Comprende unas 35 especies. En general son árboles pequeños, aunque algunos superan los 30 m de altura. Se distribuyen preferentemente en la mitad norte de Australia y secundariamente en el SW del oeste Australiano y en una franja costera en el lado este del continente. En Chile se han probado *Eucalyptus citriodora* y *Eucalyptus torelliana*.

Subgénero Eudesmia

Está compuesto por unas 16 especies, desde arbustos hasta árboles que alcanzan unos 40 m de altura. Grupo ampliamente distribuído en Northern Australia. En Chile sólo se ha probado *Eucalyptus gamophylla*.



FOTO II-11: Frutos 1. *E. globulus ssp. bicostata* 2. *E. delegatensis* 3. *E. sideroxylon*

Subgénero Idiogenes

Lo compone sólo una especie que puede alcanzar hasta unos 35 m de altura y se distribuye naturalmente en el estado de Queensland. La especie del grupo, *Eucalyptus cloeziana*, se ha probado en Chile.

Subgénero Monocalyptus

Stringybarks, Ashes, Pepermints: Este grupo está representando por unas 100 especies e incluye muchas de las más importantes especies maderables en Australia. Se distribuye en las áreas más húmedas del E, SW y S de Australia, manteniéndose en general ausente en las zonas áridas. Sólo *E. diversifolia* se encuentra en zonas de escasa precipitación.

En Chile se han probado la mayoría de las especies más importantes de este grupo. Entre las del tipo Stringybark se ha probado sólo *Eucalyptus pilularis;* entre las del tipo Pepermint sólo *Eucalyptus radiata;* en tanto del tipo Ash se han probado en Chile las de mayor importancia: *Eucalyptus fastigata*, *Eucalyptus obliqua, Eucalyptus regnans, Eucalyptus delegatensis, Eucalyptus sieberi* y otras de menor importancia como *Eucalyptus pauciflora.*

Subgénero Symphyomyrtus

Gums, Box, Ironbark: Es el grupo más grande. Comprende unas 330 especies muchas de las cuales son importantes especies madereras en Australia. Se distribuye en toda Australia continental, en Tasmania y algunas especies llegan hasta Nueva Guinea. Numerosas especies de este grupo se han probado en Chile.

Estas son según tipo, las siguientes :

Eastern Blue Gum : *Eucalyptus botryoides, Eucalyptus robusta, Eucalyptus resinifera, Eucalyptus saligna y Eucalyptus grandis.*

Grey Gum: *Eucalyptus sargentii, Eucalyptus cornuta, Eucalyptus gomphocephala, Eucalyptus astringens, Eucalyptus loxophleba* y *Eucalyptus cladocalyx.*

Red Gum: *Eucalyptus camaldulensis, Eucalyptus rudis* y *Eucalyptus tereticornis.*

Southern Blue Gum: *Eucalyptus globulus ssp globulus, Eucalyptus globulus ssp bicostata, Eucalyptus globulus ssp maidenii, Eucalyptus gunnii, Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus viminalis.*

Box: *Eucalyptus bosistoana, Eucalyptus largiflorens* y *Eucalyptus melliodora.*

Iron Bark: *Eucalyptus crebra, Eucalyptus leucoxylon* y *Eucalyptus sideroxylon.*

Especies del Género Probadas en Chile

El listado siguiente indica las especies del género que han sido probadas en el país a través de diferentes programas experimentales del Instituto Forestal.

E. astringens
E. behriana
E. bosistoana
E. botryoides
E. brockwayi
E. calycogona
E. camaldulensis
E. cinerea
E. citriodora
E. cladocalyx
E. cloeziana
E. concinna
E. cornuta
E. crebra
E. dalrympleana
E. deglupta
E. delegatensis
E. diversicolor
E. dumosa
E. fastigata
E. flocktoniae
E. gamophylla
E. globulus ssp bicostata
E. globulus ssp globulus
E. globulus ssp maidenii
E. gomphocephala
E. goniocalyx
E. grandis
E. grandis x saligna
E. gunnii
E. intertexta
E. laevopinea
E. largiflorens
E. lesouefi
E. leucoxylon
E. longicornis
E. loxophleba
E. macarthurii
E. marginata
E. melliodora
E. microcorys
E. microtheca
E. muellerana
E. niphophylla
E. nitens
E. obliqua
E. occidentalis
E. ochrophloia
E. oleosa var. glauca
E. oleosa var. oleosa
E. oxymitra
E. pauciflora
E. pilularis
E. polybractea
E. punctata
E. quadrangulata
E. radiata
E. regnans
E. resinifera
E. robusta
E. rudis
E. saligna
E. salmonophloia
E. salubris
E. sargentii
E. sideroxylon
E. sieberi
E. sheatiana
E. socialis
E. stellulata
E. stricklandii
E. tereticornis
E. thozetiana
E. torelliana
E. torquata
E. trivalvis
E. viminalis
E. viridis
E. wandoo
E. woodwardii

Referencias

Boland, D.J., Brooker, M.I.H. and Turnbull, J.W. 1980. Eucalyptus Seed. CSIRO Australia. 191 p.

Boland, D.J., Brooker, M.I.H., Chippendale, G.H., Hall, N. et al. 1984. Forest Trees of Australia. NELSON-CSIRO. Australia. 687 p.

Brooker, M.I.H. and Kleining, D.A. 1983. Field Guide to Eucalypts South-eastern Australia. Volume 1. INKATA PRESS Melbourne and Sydney. 288 p.

FAO, 1979. Eucalypts for Planting. FAO Forestry Series N° 11. Roma. 677 p.

Hall, N., Johnston, R.D. and Chippendale, G.M. 1970. Forest Trees of Australia. Department of National Development. Forestry and Timber Bureau, Australian Government Publishing Service. Canberra, Australia. 334 p.

CAPITULO III

PLANTACIONES DE EUCALIPTO EN CHILE

Santiago Barros A.

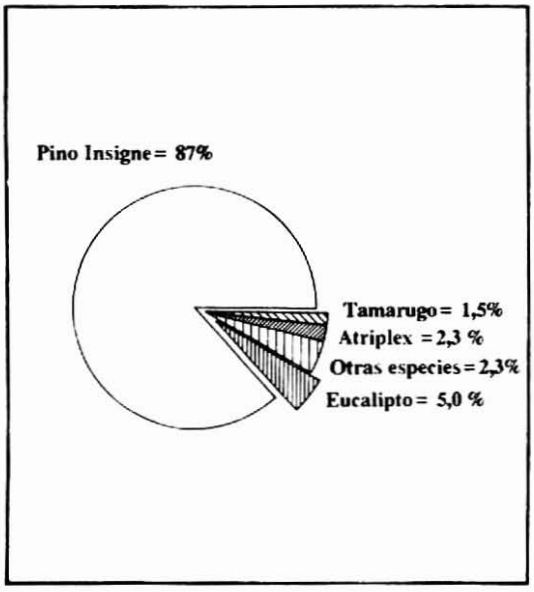
Introducción

Las plantaciones de eucalipto en Chile están constituídas casi totalmente por la especie *Eucalyptus globulus Labill. ssp globulus,* aunque existen pequeños bosquetes y cortinas cortavientos de otras especies como *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. y *Eucalyptus viminalis* Labill. El total de la superficie plantada con eucalipto alcanza a 63.847 ha, lo que representa un 5,0% de la superficie de plantaciones del país (INFOR, 1988).

En la Figura III-1 y Cuadro III-1 siguientes se indica la participación de las plantaciones de eucalipto dentro del total de plantaciones forestales existentes en el país.

FIGURA III-1

Plantaciones Forestales en Chile (1987)



CUADRO III-1

Superficie de las Plantaciones Forestales en Chile - Diciembre 1987

Especie	Superficie (ha)	Participación (%)
Pino Insigne	1.118.088	87,0
Eucalipto	63.847	5,0
Atriplex	28.976	2,3
Tamarugo	20.580	1,5
Pino Oregón	11.022	0,9
Alamo	3.609	0,3
Algarrobo	3.196	0,2
Otras especies	36.212	2,8
TOTAL	1.285.530	100,0

Fuente: INFOR, 1988.

INFOR

Superficie y Distribución de las Plantaciones según Región

Las plantaciones de eucalipto se concentran principalmente en las Regiones V y VIII, las que cuentan con 19.904 y 21.875 ha, respectivamente. Estas plantaciones se ubican predominantemente en los sectores costeros, en donde la especie encuentra condiciones climáticas muy favorables para su desarrollo. Las restantes regiones en conjunto sólo reúnen alrededor de la tercera parte de las plantaciones existentes en el país (Figura III-2 y Cuadro III-2).

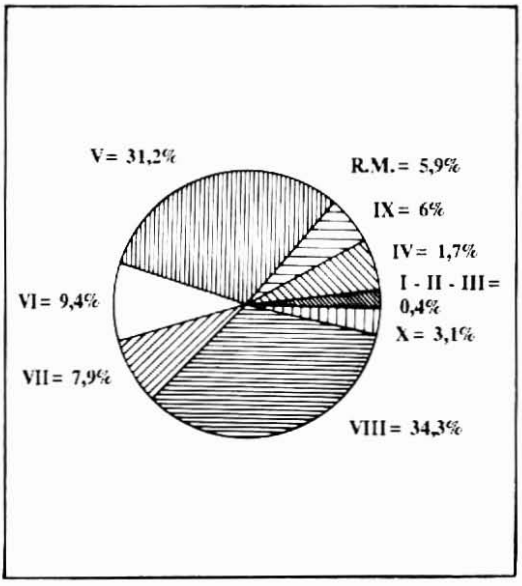
Superficie y Distribución de las Plantaciones según Región y Clase de Edad

En el Cuadro III-3 se indica la distribución de estas plantaciones según clase de edad y Región.

Es interesante notar que en la clase 1-5 años de edad se encuentra más del 30% de la superficie, lo que refleja la creciente importancia que está adquiriendo la repoblación con esta especie.

FIGURA III-2

Plantaciones de Eucalipto en Chile (1987)



CUADRO III-2

Supercie Total de Plantaciones de Eucalipto por Región - Diembre 1987

Región	Superficie (há)	Distribución (%)
I	36	0,05
II	1	
III	244	0,38
IV	1.110	1,74
V	19.904	31,17
R.M.	3.788	5,93
VI	5.988	9,38
VII	5.070	7,94
VIII	21.875	34,28
IX	3.824	5,99
X	2.007	3,14
TOTAL	63.847	100,00

Fuente: INFOR, 1988.

INFOR

CUADRO III-3

Plantaciones de Eucalipto por Clase de Edad según Región Diciembre 1987

REGION	CLASE DE EDAD (AÑOS)								TOTAL
	SI*	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31 y más	
	SUPERFICIE (há)								
I	-	36	-	-	-	-	-	-	36
II	-	1	-	-	-	-	-	-	1
III	-	244	-	-	-	-	-	-	244
IV	-	710	400	-	-	-	-	-	1.110
V	17.832	2.072	-	-	-	-	-	-	19.904
RM	3.618	170	-	-	-	-	-	-	3.788
VI	1.000	3.011	1.114	720	58	44	41	-	5.988
VII	413	2.726	624	235	293	183	316	280	5.070
VIII	3.352	6.175	2.762	2.496	3.729	1.263	1.494	604	21.875
IX	478	3.065	51	173	-	-	-	57	3.824
X	31	1.875	70	-	31	-	-	-	2.007
Total	26.724	20.085	5.021	3.624	4.111	1.490	1.851	941	63.847

* SI : Sin Información
Fuente: INFOR - Div. Inventarios Forestales. 1987.

Referencias

Instituto Forestal - Corporación de Fomento de la Producción 1988. Estadísticas Forestales 1987. Boletín Estadístico N° 6. Santiago, Chile. 110 p.

Instituto Forestal. 1987. Superficie de Eucalipto Plantada en Chile (Regiones V a X). Santiago, Chile. 99 p. (Documento Interno).

INFOR

CAPITULO IV

SEMILLAS Y PRODUCCION DE PLANTAS

Santiago Barros A.

Semillas

Los eucaliptos en general producen una gran cantidad de semillas que varían ampliamente en tamaño, forma y color según las numerosas especies del género.

De los frutos maduros normalmente se obtiene una mezcla de semillas fértiles y paráfisis, material constituído por óvulos no fertilizados que son más numerosos que los que sí lo fueron. La semilla generalmente se comercializa con paráfisis, razón por la cual es común que más del 50% en peso de una muestra de semilla corresponda a este material.

El color del conjunto varía de amarillo - rosado a castaño, pero las semillas se distinguen por su superficie lisa, brillante y de color negro-violáceo a café claro. La forma y tamaño dependen de las diferentes especies, pero pueden ser ovoides, triangulares o poliédricas y medir desde menos de 1 mm hasta más de 2 cm.

Abastecimiento de semilla

El abastecimiento de semillas se puede lograr por compra o por cosecha y se debe asegurar con la debida anticipación.

En el país la única semilla que actualmente se puede cosechar en cantidades comerciales es la de *Eucalyptus globulus ssp globulus*. Otras especies de interés para su inclusión en programas de forestación, se encuentran en poblaciones muy reducidas o sólo en pequeñas parcelas experimentales. En consecuencia, cuando se requiere semilla de especies diferentes a la mencionada, será necesario recurrir a proveedores comerciales de Australia (Anexo N°1, Principales Proveedores de Semilla Australianos).

Si la semilla se obtiene por compra a proveedores del extranjero se debe proporcionar a éstos una descripción básica de las condiciones de suelo y clima del sector a forestar, con la cual puedan seleccionar procedencias en principio adecuadas. Posteriormente, se debe exigir que la semilla llegue con identificación y descripción de la procedencia, información que, tal como se verá en los puntos siguientes, es de gran importancia.

Si se va a cosechar semilla es necesario conocer el período de floración y el tiempo que los frutos tardan en madurar, con el fin de colectarlos maduros y antes que se lleve a cabo la dehiscencia, de lo contrario la semilla caerá. En general los frutos están maduros cuando se tornan color café, duros y leñosos. Tanto el período de floración como el de maduración son variables según diferentes especies. En el cuadro IV-1 se resume la información disponible al respecto en Australia , para algunas de las especies de mayor interés en Chile.

La cosecha de las semillas se puede efectuar de diversas formas. La más simple es recolectarla durante faenas de explotación de bosques, sin embargo a menudo la recolección deberá hacerse desde árboles en pie. En este caso se utilizan diversos métodos tales como subir a los árboles, o emplear tijeras telescópicas, cuerdas con sierras flexibles, e incluso armas de fuego con mira telescópica. En Chile talvez lo más usado sea una combinación de escaleras y otros dispositivos para trepar a los árboles y el uso de tijeras telescópicas.

Los frutos se deben extraer de árboles dominantes y codominantes, sanos y rectos y, en lo posible, de edad madura, aunque esto a veces es

difícil por las reducidas rotaciones que se suele dar a los bosques de eucalipto. Se debe tomar nota del lugar de cosecha, ubicación exacta, altitud y exposición, época de la cosecha y antecedentes del rodal; como edad, altura y diámetro medios y el número de árboles de los que se cosechó el lote de semillas.

Extracción y Almacenamiento de Semilla

Los frutos son separados de las ramas a mano o con tijeras y se guardan en bolsas de papel. Deben mantenerse bien ventilados con el fin de evitar el ataque de hongos y no deben exponerse a altas temperaturas, que cuando los frutos aún están húmedos pueden reducir considerablemente la viabilidad de las semillas.

Al secarse, los frutos maduros de eucalipto inician su dehiscencia rápidamente. El secado de éstos se puede efectuar al aire o en hornos, lo cual depende del clima y de la cantidad de material a procesar o cantidad de semilla a obtener.

El secado al aire se consigue esparciendo los frutos sobre lonas o plásticos, en lugares bien ventilados y secos, ya sea al sol o a la sombra. El tiempo necesario para que los frutos se abran varía según las especies, el grado de madurez de éstos y las condiciones ambientales, pero en términos generales con 3 a 4 días será suficiente para extraer toda la semilla.

En climas fríos y húmedos el proceso será más largo o se hará necesario extraer la semilla dentro de hornos secadores, en los cuales se mantienen los frutos a 40°C por unas 36 - 40 hrs.

Los frutos secos por uno u otro método, deben ser vigorosamente sacudidos, en especial si no estaban completamente maduros, de lo contrario es posible que frutos aparentemente vacíos aún conserven la semilla y sólo haya salido la paráfisis.

CUADRO IV - 1

Períodos de floración y cosecha de semillas para algunas especies de interés en Chile

Especie	Floración	Cosecha
E. camaldulensis	Dic - Feb	Mar - Ago
E. delegatensis	Dic - Mar	Ene
E. fastigata	Dic - Feb	Dic - Feb
E. globulus ssp bicostata	Sep - Ene	Mar - May
E. globulus ssp globulus	Sep - Dic	Dic - Feb
E. globulus ssp maidenii	Mar - Sep	Oct - Feb
E. nitens	Ene - Mar	Nov - Ene
E. obliqua	Dic - Feb	Dic - Feb
E. regnans	Ene - May	Dic - Feb
E. resinifera	Oct - Feb	Ago - Sep
E. sideroxylon	Oct - May	Ago - Feb
E. viminalis	Ene - May	Jul - Ene

Boland et al., 1980.

INFOR

Como se mencionó anteriormente, el material obtenido es una mezcla de semilla fértil y paráfisis. Esta mezcla puede ser separada mediante diferentes métodos, como tamizado y otros, pero normalmente no es necesario, ya que la paráfisis no afecta a la semilla y ésta se comercializa y utiliza sin limpiar.

La longevidad de la semilla de eucalipto depende de la especie de que se trate y de las condiciones en que se la conserve. La semilla madura de cualquier especie del género se puede mantener viable por 5 a 20 años si es almacenada con un bajo contenido de humedad (8 a 10%), en envases sellados y a una temperatura de 3 a 5° C. La semilla de la mayoría de las especies del género puede ser almacenada por 10 años, a temperatura ambiente, con cierta pérdida de viabilidad (Boland et al., 1980).

Antes de almacenar la semilla se debe tratar contra insectos y hongos. Esto se puede hacer con Pomarsol H (2-3 gr/kg), Phostoxin (1 pastilla/100 kg), u otro producto.

Si la semilla se ha obtenido de proveedores extranjeros normalmente viene tratada, por lo que se podrá almacenar directamente. Sin embargo, se debe tener la precaución de solicitar al proveedor que el tratamiento sea específicamente con Captan, Thiram o un fungicida mercurial orgánico, ya que es la desinfección mínima exigida según Resolución N° 1144 del 13 de Mayo de 1981, del Servicio Agrícola y Ganadero, para permitir el ingreso al país de la semilla de especies de este género.

Los proveedores australianos expresan la viabilidad de la semilla en número de semillas viables por unidad de peso y normalmente incluyen información sobre pretratamientos necesarios a la semilla antes de la siembra.

Pretratamiento de Semillas

La mayoría de las semillas del género germinan bien sin necesidad de pretratamientos, pero las de algunas especies de zonas más altas y frías requieren de estratificación fría y húmeda por algún tiempo con el fin de romper la latencia. Este tratamiento consiste en humedecer la semilla y ponerla en cámara fría (3 a 5°C) por un período de 2 - 10 semanas, dependiendo de la especie. Para cantidades pequeñas de semilla esto se puede efectuar en discos Petri con papel filtro humedecido, ubicados en la parte baja de un refrigerador corriente. Para operaciones en gran escala Midgley (1988) sugiere el siguiente procedimiento:

- Dividir la semilla en pequeños lotes de acuerdo a unidades de siembra, por ejemplo cajones o platabandas.

- Poner la semilla en bolsas de plástico grueso, agregando agua fría en abundancia (varias veces el volumen de la semilla). Almacenar a 3 - 5° C por 48 horas.

- Botar el agua, dejando la semilla en la bolsa, la que ligeramente amarrada debe ponerse nuevamente en el refrigerador a 3 - 5° C por el tiempo prescrito para la especie.

- Una vez a la semana, mientras dure el tratamiento, se abren las bolsas, se revuelve la semilla y se vuelve a humedecer, si es que se está secando.

- Al final del tratamiento se recomienda secar la semilla en un lugar fresco, sombreado y bien ventilado. No se debe emplear calor artificial. El secado no es esencial, pero facilita la siembra.

Aunque la mayoría de las semillas de Eucalyptus germinan bien sin tratamiento alguno, siempre se puede asegurar y acelerar la germinación con un remojo en agua por 24 a 48 horas.

En el cuadro IV-2 se resume información sobre la viabilidad media y los pretratamientos necesarios a la semilla, para las especies de mayor interés en Chile.

Aún cuando puede variar según la especie, la temperatura adecuada para la germinación es de 20°C. El período que toma la germinación completa varía de 10 a 21 días, dependiendo de la especie.

INFOR

Las épocas de siembra dadas en el cuadro IV-2 corresponden a la zona central del país, por lo que éstas podrán ser algo más tempranas o algo más tardías si la viverización se realiza más al sur o más al norte, respectivamente.

Procedencia de Semillas

La procedencia de las semillas es un factor de gran importancia, ya que puede ser decisivo en el éxito de las nuevas plantaciones.

La procedencia de semillas es un concepto que se refiere a la identificación exacta del lugar y población en que se efectúa cada cosecha de semillas, pero que engloba las características de suelo y clima del lugar y toda la evolución genética que puede haber experimentado la especie bajo ese particular ambiente, lo cual la hace diferente a la misma especie en otras poblaciones bajo diferentes condiciones.

Existe clara evidencia de variaciones genéticas de especies del género Eucalyptus en distintas poblaciones.

Estas variaciones son frecuentemente el resultado de adaptaciones al medio que son heredables, lo cual confiere una especial importancia a la procedencia de las semillas (Turnbull, J.W. and Pryor, L.D., incl. en Hillis, W.E. and Brown, A.G., 1978).

El grado de variabilidad que pueden acusar las especies depende de diversos factores. El más importante está dado por la extensión del área de distribución natural, otro factor de importancia

CUADRO IV - 2

VIABILIDAD MEDIA Y PRETRATAMIENTO DE SEMILLAS PARA ALGUNAS ESPECIES DE INTERES EN CHILE

Especie	Viabilidad (1)		Pretratamiento (1)	Epoca Siembra
	Media (Sem/kg)	Máxima (Sem/kg)		
E.camaldulensis	670.000	3.111.500		15-30 Nov.
E.cladocalyx	119.000	165.000		15-30 Nov.
E.delegatensis	107.000	231.000	Estratif.6 sem	01-15 Oct.
E.fastigata	94.000	325.500		15-30 Oct.
E.globulus ssp bicostata	98.000	236.000		01-15 Dic.
E.globulus ssp globulus	73.500	140.000		01-15 Dic.
E.globulus ssp maidenii	158.000	324.000		01-15 Dic.
E.nitens	264.000	560.000	Estratif.3 sem	01-15 Nov.
E.obliqua	84.000	157.500		01-15 Oct.
E.regnans	178.000	651.000	Estratif.3 sem	01-15 Oct.
E.resinifera	215.000	790.000		15-30 Nov.
E.sideroxylon ssp sideroxylon	226.000	735.000		15-30 Nov.
E.viminalis	353.000	1.220.000		01-15 Nov.

(1) Boland et al., 1980

INFOR

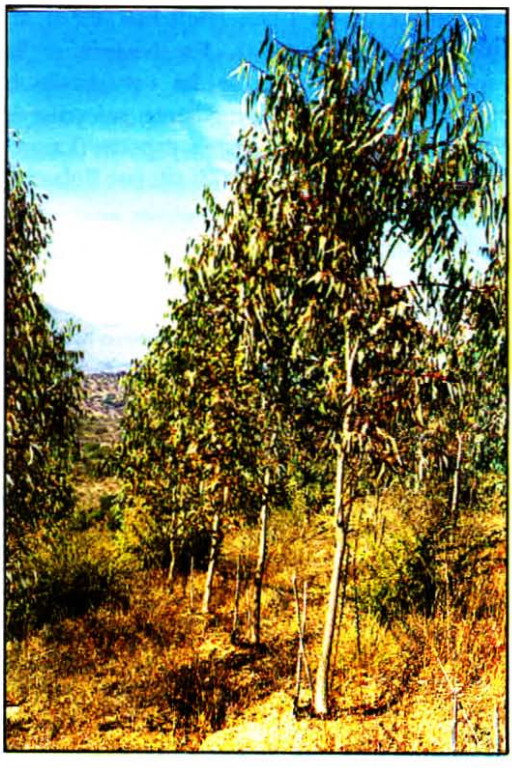


FOTO IV-1: *E. camaldulensis* (4 años) Procedencia Lake Albacutya. Victoria.

es la diversidad ambiental presente dentro de esta área, un tercer factor que incide sobre la variabilidad de una especie es la continuidad del área en que se distribuye naturalmente y en cuarto lugar es necesario mencionar factores desconocidos, que en algunos casos provocan una variabilidad relativamente alta en especies de distribución natural restringida (Wright, W.J., 1976).

En especies de amplia distribución natural cabe esperar una alta variabilidad según orígenes de semilla. Ejemplo de esto es *Eucalyptus camaldulensis,* especie que está presente en prácticamente todo Australia y en la cual se ha encontrado una fuerte variabilidad en pruebas de procedencias en Chile (Barros y Rojas, 1987; Barros, 1988). En tanto, especies de distribución natural más restringida, como las subespecies de *E. globulus,* muestran una variabilidad menor en ensayos similares en el país (Prado, 1988; Barros, 1988).

En lo que se refiere a la diversidad de sitios dentro del área de distribución natural, también es un buen ejemplo *E. camaldulensis,* cuya distribución natural cubre una gran variedad de climas y suelos, cosa que incide en la alta variabilidad de esta especie.

Areas de distribución natural discontínuas, como las de *E. nitens* y *E. regnans,* también aumentan la variabilidad de las especies. Diferentes procedencias de estas dos especies acusan distinta adaptación y crecimiento en ensayos realizados en Chile (Prado, 1988).

Se han encontrado variaciones entre procedencias en características morfológicas (flores y hojas normalmente) y en características fisio-

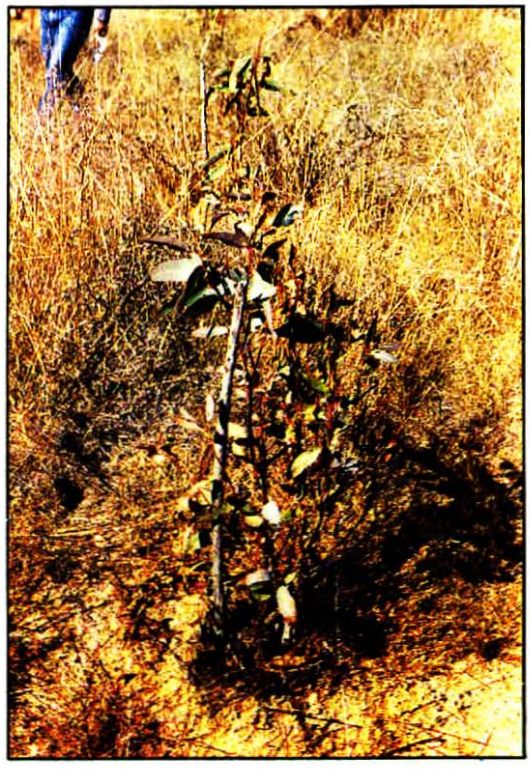


FOTO IV-2: *E. camaldulensis* (4 años) Procedencia Fitzroy River. Western Australia.

INFOR

lógicas, como velocidad de crecimiento de las plantas en vivero, resistencia al frío, resistencia a sequía, rectitud del fuste, tasa de crecimiento y la habilidad para tolerar ciertas condiciones especiales de suelo (Turnbull, J.W. and Pryor, L.D., incl. en Hillis, W.E. and Brown, A.G., 1978; Boland et al., 1980).

Debido a estas variaciones intraespecíficas en las especies del género, se pueden obtener importantes ganancias genéticas anticipadas si se escoge la mejor procedencia para una plantación en un sitio dado (Eldridge and Cromer, 1987).

El Servicio Forestal de Marruecos reemplazó las procedencias "locales" de *E. camaldulensis* por una de Lake Albacutya, Victoria, con la cual se obtuvo ganancias en el rendimiento volumétrico de un 105% (Bellefontaine et al., 1979; Knockaert, 1984). En Nigeria se ha triplicado y en Israel se ha octuplicado la producción volumétrica mediante selección de procedencias de esta misma especie (Lacaze, 1978; Jackson and Ojo, 1973; cit. por Boland et al., 1980).

Una forma de seleccionar procedencias es mediante analogías climáticas entre los lugares de origen y aquellos para los cuales se intenta la selección. Sin embargo, este procedimiento puede conducir a la selección de procedencias correspondientes a los límites de la zona de distribución natural y no a los sectores de mayor ocurrencia, en los que normalmente hay un mejor crecimiento. Además, el sistema de comparación climática descarta la posibilidad de una adaptabilidad o plasticidad especial de

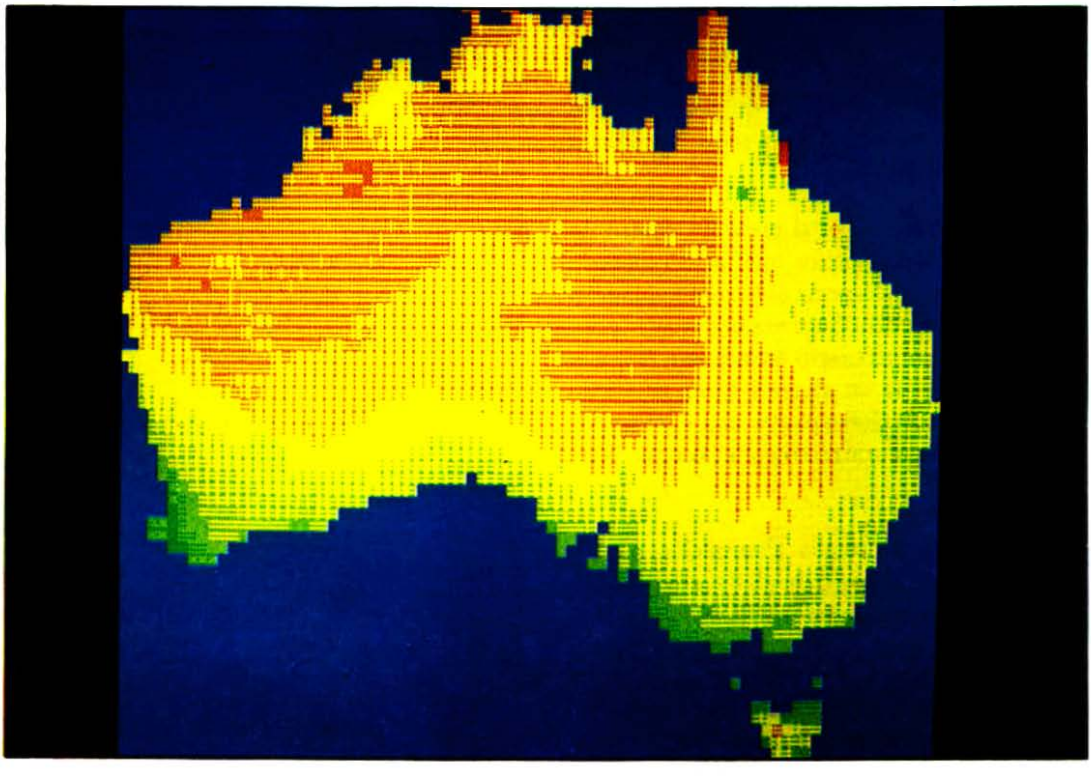


FOTO IV-3: Sistema computacional de comparación climática desarrollado por CSIRO, Australia (Booth, 1988). La comparación del ejemplo indica que el sur de Victoria, norte de Tasmania y sur-oeste de Western Australia, de color verde más intenso, son las áreas de mayor similitud con Concepción.

ciertas procedencias (Boland et al., 1980). Un buen ejemplo de esto es la procedencia antes mencionada de *E. camaldulensis,* Lake Albacutya (Victoria), que ha registrado buenos resultados en climas tropicales (Jackson and Ojo, 1973; cit. por Boland et al., 1980). Esta procedencia de clima mediterráneo, difícilmente habría sido seleccionada para climas tropicales por el método de analogía climática (Eldridge and Cromer, 1987).

En ensayos de procedencias con la misma especie, realizados en zonas semiáridas en Chile (Barros y Rojas, 1987; Barros, 1988) se ha comprobado lo anterior;obteniéndose resultados positivos con orígenes de Lake Albacutya (Victoria), Umberumberka Creek (New South Wales) y Wiluma (Western Australia), zonas con clima mediterráneo y precipitaciones invernales de 250 mm anuales o menos, las cuales por comparación climática podían ser seleccionadas.

Sin embargo, también registraron buena adaptación y crecimiento, procedencias de Port Lincoln (Southern Australia), Katherine (Northern Territory) y Petford (Queensland), que corresponden a zonas de precipitaciones invernales de más de 800 mm y a zonas de precipitaciones estivales de 650 a 1200 mm. Estas últimas en ningún caso habrían sido seleccionadas por analogía climática.

La selección de procedencias se debe efectuar en ensayos de campo, que inicialmente incluyan una amplia variedad de procedencias de la especie, en lo posible representativas de toda su área de distribución natural (Burley and Wood, 1979). Rápidamente se destacarán las de mayor adaptación al lugar y se podrán continuar las plantaciones experimentales con un reducido número de procedencias preseleccionadas.

Los proveedores australianos de semillas incluyen en cada partida enviada la identificación completa de la procedencia. Esto es un código numérico, latitud, longitud, nombre de la localidad, estado, altitud y la información antes mencionada sobre viabilidad y pretratamiento de la semilla. También, si el comprador lo solicita, pueden incluir antecedentes climáticos de las procedencias e indicar el número de individuos de los cuales se colectó cada lote de semilla.

Producción de plantas

La correcta programación de la producción de plantas requiere de información previa que permita ubicar, dimensionar e implementar el vivero, obtener las provisiones de semillas y definir el plan de siembra.

Conocida la especie a utilizar, la superficie a plantar, la zona en que ésta se ubica, el objetivo principal de la forestación y la duración del programa de forestación, se podrá determinar el número de plantas a producir y el método de producción, a partir de lo cual se podrá ubicar, dimensionar, equipar el vivero, definir la cantidad de semilla necesaria, su procedencia, y establecer el plan de siembra.

Tipos de Viveros

De acuerdo a su objetivo y nivel de producción un vivero puede ser permanente o temporal. Un vivero permanente es aquél que está destinado a una producción contínua e intensiva de plantas por un largo período de tiempo, por lo que cuenta con instalaciones y equipos fijos y complejos, que en términos de costos se pueden amortizar en cinco, diez o más años. Este tipo de instalación puede ser de carácter comercial, o tener como objetivo el apoyo a los programas de forestación de grandes empresas, y normalmente tiene gran parte de sus faenas mecanizadas.

Los viveros temporales o volantes tienen por objeto cubrir necesidades moderadas de producción, por un número limitado de temporadas, y su ubicación es la más cercana posible al lugar de plantación. Sus instalaciones y equipos son normalmente mínimos y pueden ser depreciados incluso en una temporada.

INFOR

Ubicación de Viveros

Para la ubicación de un vivero se deben considerar principalmente la accesibilidad del lugar, la distancia a los sectores a plantar y la disponibilidad de agua.

En lo que se refiere a accesibilidad y distancia de flete de plantas, es importante tener presente que la extracción de la producción del vivero se efectúa precisamente durante la temporada de lluvias, época en la cual existen más dificultades con los caminos no pavimentados. Estos factores que condicionan la ubicación de un vivero adquieren particular importancia cuando las plantas se producen en maceta, ya que, dependiendo del tamaño de bolsas y contenido de humedad, éstas podrán pesar 0,3 - 0,8 kg cada una.

La disponibilidad de agua es decisiva para la ubicación de un vivero. Esto se debe a que el riego es una labor permanente, que se extiende desde la primavera o principio de verano, cuando se efectúan las siembras, hasta el invierno siguiente en que se extraen las plantas, lo que incluye todo el período seco de verano.

Existen otros factores de importancia que influyen en la ubicación de un vivero, entre los cuales se cuentan la topografía, tipo de suelo, disponibilidad de mano de obra local y otros.

En general deben evitarse los lugares especialmente expuestos a heladas y vientos fuertes. El terreno debe ser plano, con una ligera pendiente que permita escurrir las aguas de riego y lluvias. El suelo debe ser de texturas medias y reacción moderada, aunque esto es de menor importancia cuando las plantas se producen en macetas.

Tamaño de Viveros

La superficie necesaria para el establecimiento de un vivero está dada por la meta de producción y por el método de viverización de plantas.

La meta de producción normalmente se sobredimensiona en un 20%, con el fin de cubrir pérdidas de plantas durante las diferentes etapas de la viverización y permitir una cierta selección final.

Del método de producción dependerá la cantidad de plantas a obtener por unidad de superficie, con lo cual se define la superficie efectiva del vivero, que estará representada por las platabandas. Esta se debe multiplicar por 2.5 a 3.0 con el fin de asegurar el espacio suficiente para pasillos entre las platabandas, caminos, sectores de trabajo, oficina, bodega, etc.

Hace algunos años, independientemente del método de producción de plantas, se producían unas 300 plantas por metro cuadrado. Actualmente, las nuevas técnicas de viverización hacen variar considerablemente la superficie efectiva del vivero para una meta de producción dada.

Si las plantas se producen a raíz desnuda y se aplican técnicas intensivas de acondicionamiento, se podrán obtener unas 120 a 150 plantas por metro cuadrado.

Si la producción se efectúa a raíz cubierta o con cepellón, el número de plantas a obtener por unidad de superficie dependerá del diámetro de la maceta o contenedor que se emplee. Las bolsas de polietileno más frecuentemente utilizadas, que son aquellas de 8 y 10 cm de ancho, que al ser llenadas dan diámetros de 5,1 y 6,4 cm, permiten 380 y 240 plantas por metro cuadrado, respectivamente.

Instalación de un Vivero

Definida la ubicación y tamaño del vivero y el método de producción de plantas, se podrá elaborar un diseño con la distribución de las platabandas, caminos y otros elementos, y cerrar y preparar el terreno.

Preparación del terreno

Cualquiera sea el tipo de vivero y el método de producción de plantas, el terreno deberá ser

sometido a una limpia de malezas, matorrales, piedras, etc. y a una nivelación de las irregularidades de la superficie.

Si la producción de plantas se hará en macetas, posiblemente bastará con una limpia y una mínima nivelación para después preparar las platabandas, en tanto que si la producción se va a efectuar a raíz desnuda se hace necesario arar y nivelar el terreno y practicar cruzas y rastrajes que dejen el suelo adecuadamente mullido antes de preparar las platabandas.

Cerco

El vivero debe estar cerrado para evitar posibles daños por animales domésticos o silvestres. El tipo de cerco dependerá del grado de permanencia del vivero.

Si en el lugar abundan los conejos o liebres, será necesario agregar malla delgada en la parte baja del cerco.

Diseño del vivero

Conocido el lugar, superficie y forma de terreno, se debe diseñar el vivero. Para esto es conveniente preparar un croquis, en el cual se distribuyen las platabandas y otras áreas de trabajo. Con esto se logra un mayor aprovechamiento del terreno y una mejor organización de las faenas.

Construcción de platabandas

Se da el nombre de platabanda a aquellas fajas de terreno en las cuales se producen las plantas. En éstas se ordenan las bolsas u otros contenedores si la producción es en maceta, o se prepara el suelo y se siembra si la producción es a raíz desnuda.

Las platabandas son normalmente de 1 m de ancho y longitud variable, separadas por pasillos de 0,7 a 1 m de ancho. Existe la tendencia a dejar pasillos más angostos, pero esto dificulta el trabajo en las platabandas y el movimiento de carretillas de mano para diferentes labores del vivero y para la extracción final de las plantas. También se suelen hacer platabandas más anchas, pero tampoco es conveniente debido a que las plantas del centro resultan difíciles de alcanzar en faenas como el desmalezado y otras.

Dependiendo de las condiciones climáticas de la zona y del método de riego que se utilizará, las platabandas se confeccionan bajo el nivel del terreno, al mismo nivel o sobre el nivel de éste. En zonas de baja precipitación normalmente conviene hacerlas bajo nivel, con lo cual se puede conservar mejor la humedad y además no es indispensable utilizar madera o ladrillos para sostener las macetas dentro de la platabanda. En zonas lluviosas resulta más conveniente dejarlas a nivel o incluso sobre el nivel del suelo, con el fin de facilitar el escurrimiento del exceso de agua.

Si el riego se va a efectuar principalmente por inundación de las platabandas, es necesario confeccionarlas bajo nivel. Si el riego se hará con manguera, aspersores fijos u otro sistema similar, éstas podrán estar a nivel o sobre nivel.

Las platabandas para plantas en maceta deben tener una profundidad igual al largo de las macetas, si son bajo nivel, o una estructura de madera o ladrillos para ordenar las macetas de una altura igual al largo de éstas, si son platabandas a nivel.

Viveros permanentes, de alta producción de plantas en maceta, suelen tener platabandas y pasillos de cemento, tanto si éstas son a nivel o bajo nivel.

En la producción de plantas en maceta el suelo de las platabandas no requiere de mayor preparación y sólo se aplican los pesticidas mínimos. La producción a raíz desnuda exige una preparación intensa del suelo hasta unos 35 cm de profundidad y la aplicación de diversos pesticidas, además de fertilización.

INFOR

Construcción de sombreaderos

Existen diferentes etapas dentro del período de viverización de plantas en las que es necesario proporcionar sombra parcial a las plantabandas. Estas son principalmente la germinación y primeros días de vida de las plántulas, el repique y días posteriores y los días que siguen al movimiento y poda de raíces.

Hay una variedad de posibilidades para dar sombra a las platabandas. Los sombreaderos pueden ser altos (2 m) o bajos (0,5 - 0,6 m); permanentes, móviles o una combinación de ambos. La cubierta puede ser de arpillera, ramas, polietileno, mallas plásticas, madera u otros materiales. Los sombreaderos más corrientemente utilizados están constituídos por estructuras altas, hechas con rollizos, con cubiertas móviles de malla plástica. Estos sombreaderos cubren platabandas y pasillos. Sin embargo, son más convenientes y de más fácil manejo los sombreaderos bajos; con estructuras fijas y móviles o sólo móviles. Esto se debe a que los períodos de tiempo durante los cuales las plantas de eucalipto requieren sombra son reducidos y sólo es necesario proporcionar sombra a ciertas platabandas, o fracciones de éstas, en que hay plantas dentro de alguno de estos períodos, y no a todo el vivero.

Actualmente se utilizan, tanto para la producción de plantas en maceta como a raíz desnuda, estructuras bajas y simples, que a menudo son completamente móviles y cubren solamente la platabanda o parte de platabanda que interesa sombrear. La sombra puede obtenerse con una malla plástica negra que intercepta el 50% de la luz y se obtiene en el mercado en rollos de 4 a 8 m de ancho y 100 m de largo. La forma más simple es construir marcos de madera de 1.5 x 3 m, con pequeños listones de 2 x 1" en los cuales se fija malla plástica de iguales dimensiones. Estos se ubican por uno o ambos lados de la platabanda, utilizándose también listones para fijarlos o, si se ubican por ambos lados se soportan uno al otro. Este sistema es completamente móvil y no requiere de estructuras fijas en las platabandas.

Otras construcciones y equipos

Las construcciones y equipos que requiere un vivero dependen fundamentalmente de su tamaño y permanencia y del grado de mecanización de faenas que se considere emplear.

Un equipamiento mínimo debe incluir una pequeña oficina, una bodega y los elementos para trabajar y preparar el suelo, mover materiales, regar, etc.

Producción de plantas en maceta

Existen diferentes técnicas para la viverización de plantas. La selección de una u otra depende principalmente de factores climáticos y de la especie a utilizar.

Las plantas se pueden producir a raíz desnuda o a raíz cubierta. En el primer caso la siembra se efectúa directamente en el suelo previamente preparado de las platabandas del vivero y ahí se cultivan las plantas hasta su extracción. En el segundo caso, la siembra se hace en almacigueras y posteriormente las plántulas se repican a macetas o recipientes dispuestos en las platabanadas, en los cuales crecerán hasta que sean llevadas al lugar de plantación con el pan de tierra cubriendo las raíces.

El hábito de crecimiento de los eucaliptos es básicamente poco favorable para la producción de plantas a raíz desnuda, con una parte aérea que se desarrolla rápido y transpira permanentemente y un sistema radicular compuesto por una raíz pivotante larga y raíces secundarias pobremente desarrolladas (Bunn and Van Dorsser, 1965; 1969; cit. por FAO, 1979). Esto explica que en la mayoría de los países en que se desarrollan programas de forestación de importancia con especies del género, se prefiere el método de producción de plantas a raíz cubierta, especialmente para zonas en que la disponibilidad de agua constituye una limitante para el establecimiento de plantaciones, ya que este sistema permite que las plantas soporten mejor



FOTO IV-4: En muchos países existe la tendencia a emplear estructuras elevadas para producción de plantas en macetas, lo cual facilita las labores propias del vivero y produce una efectiva poda de las raíces. Tasmania, Australia.



FOTO IV-5: Vivero permanente. Plantas en maceta, sombreaderos altos móviles. Victoria, Australia.

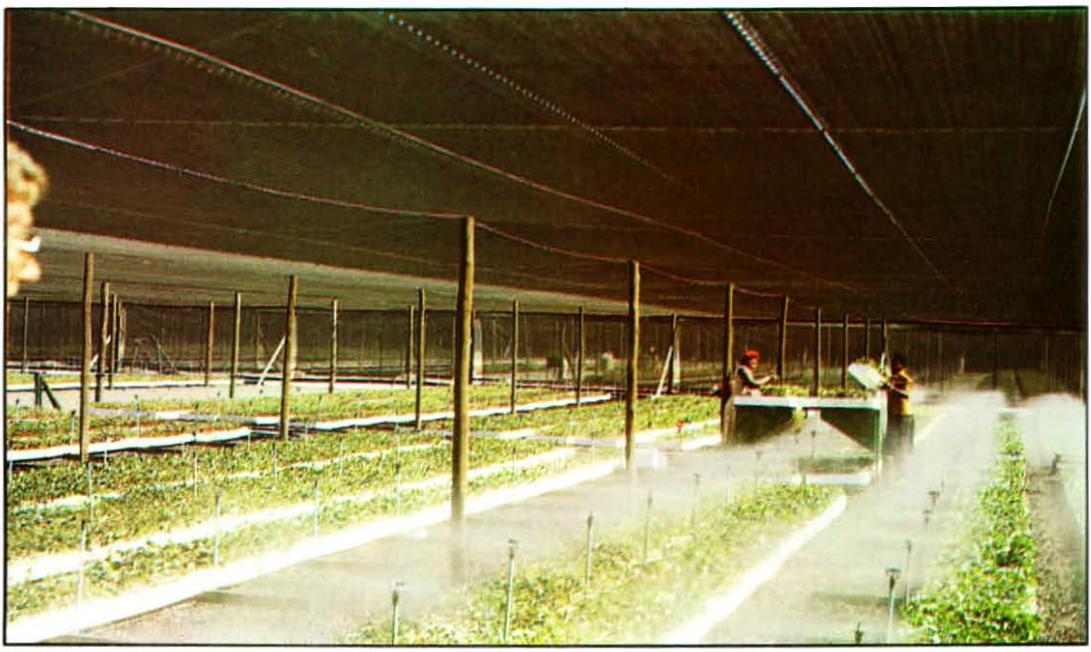


FOTO IV-6: Vivero permanente. Plantas en Styroblocks; sombreaderos altos móviles. Sudáfrica.



FOTO IV-7: Vivero permanente. Plantas en maceta; sombreaderos bajos móviles.

el período crítico que se inicia con la extracción desde el vivero y se prolonga hasta su arraigamiento definitivo en terreno.

En Australia las plantas de eucalipto se producen principalmente a raíz cubierta y se utilizan para esto macetas de papel denominadas paperpots, bandejas plásticas rígidas y macetas de turba prensada (Horne, 1979). En Sudáfrica se estaban realizando investigaciones sobre la producción a raíz desnuda, pero apareció un tipo de maceta colectiva rígida de poliestireno denominada "speedling tray", que pasó a ser el método más ampliamente utilizado y se perdió interés por el sistema a raíz desnuda (Donald, 1986).

Del total de plantas producidas con fines comerciales en Sudáfrica en la temporada 1984-85, unos 76 millones de plantas, más del 80% se produjo a raíz cubierta. Sólo una parte de las especies del género *Pinus* se utilizaron a raíz desnuda, en tanto que la totalidad de los eucaliptos y acacias se produjo a raíz cubierta (Donald, 1986).

Sin embargo, en climas más húmedos y con el uso de métodos intensivos de acondicionamiento de las plantas en vivero, se está utilizando en forma exitosa la producción a raíz desnuda (Bunn and Van Dorsser, 1969, cit. por Chavasse 1980; FAO, 1979; Donald, 1986). Ejemplos bien conocidos son las experiencias de New Zealand, con *Eucalyptus regnans, E. fastigata, E. nitens* y *E. bicostata;* India, con *E. grandis;* Hawai, EEUU, con *E. robusta;* y Australia, con *E. regnans* y *E. delegatensis* (FAO, 1979).

En Chile algunas empresas forestales están produciendo eucalipto a raíz desnuda, utilizando técnicas intensivas de acondicionamiento de plantas, y están obteniendo buenos resultados en sus plantaciones; pero en zonas con limitaciones hídricas para el establecimiento de las plantas, es decir desde la VII Región al Norte, se requiere de plantas a raíz cubierta para plantaciones exitosas.

El sistema de producción a raíz desnuda es obviamente más económico y permite mayor mecanización de faenas. El costo de este método, en diferentes países, es un tercio en relación a la producción a raíz cubierta (FAO, 1979). Por esta razón, en todas aquellas zonas en que no son buenos los resultados al utilizar plantas a raíz desnuda, se continúa investigando con el fin de simplificar y mecanizar la producción a raíz cubierta, lo que ha conducido a la existencia de una gran variedad de tipos de macetas, de diversos materiales, formas y capacidades.

Hay dos modalidades para la producción de plantas a raíz cubierta o en maceta. La primera incluye el uso de almacigueras en las que se efectúa la siembra, para posteriormente repicar las plántulas a las macetas, y la segunda consiste en la siembra directa en las macetas.

El uso de almacigueras tiene un mayor costo operacional y un mayor riesgo de ataques de hongos si el almácigo resulta excesivamente denso, pero tiene como ventajas el permitir un cuidado más directo durante la etapa de germinación y el período inmediatamente posterior, hacer posible una poda de raíz al momento del repique para fomentar un mejor desarrollo radicular y hacer un uso más eficiente de la semilla que a menudo es costosa.

El sistema más difundido en Chile es la siembra en almacigueras y el posterior repique a las macetas.

Siembra

Dependiendo de la especie a emplear y de la época de siembra (Cuadro IV-2) el vivero deberá estar establecido y equipado dentro del período Septiembre-Diciembre.

Conociendo la viabilidad de la semilla se debe programar la siembra, cuidando que ésta se efectúe en forma escalonada con el fin de que el posterior repique también se pueda realizar en esta forma y no se provoque una concentración

INFOR

de trabajo en un corto período, al estar todas las almacigueras simultáneamente listas para el repique.

Las almacigueras pueden ser fijas o móviles, de diferentes tamaños y distintos materiales, también se pueden confeccionar canchas de almácigo en el suelo,similares a las platabandas.

Un sistema que da buenos resultados es el uso de cajas de 60 x 40 cm y 10 cm de altura, plásticas o de madera, en las cuales se siembra semilla suficiente para obtener unas 1000 plántulas. El método tiene diversas ventajas, como facilitar las desinfecciones, permitir una buena regulación de la densidad de siembra, facilitar el repique y dificultar la propagación de eventuales ataques de hongos, ya que una caja atacada se separa inmediatamente.

El sustrato para la siembra puede ser arena, vermiculita, tierra vegetal finamente harneada, u otros materiales. Los dos primeros son muy adecuados por reducir la posibilidad de ataque de hongos y facilitar la extracción de las plántulas para el repique, pero éste se debe efectuar oportunamente o de lo contrario se deberá mantener el almácigo con abono foliar. La tierra vegetal aumenta la posibilidad de ataques fungosos, pero si el repique se demora no hay problemas de nutrientes para el almácigo.

El sustrato debe ser cuidadosamente esterilizado antes de la siembra, con el fin de eliminar insectos, hongos y semillas de malezas. Un método simple para esto es el uso de una solución de ácido sulfúrico técnico al 3% en agua, a razón de 3 l/m^2 de almaciguera. Otro buen sistema de desinfección del suelo es el uso de bromuro de metilo, producto que se obtiene comercialmente en cápsulas o "bombonas" de 680 g, cantidad



FOTO IV-8: Almácigos en platabandas.

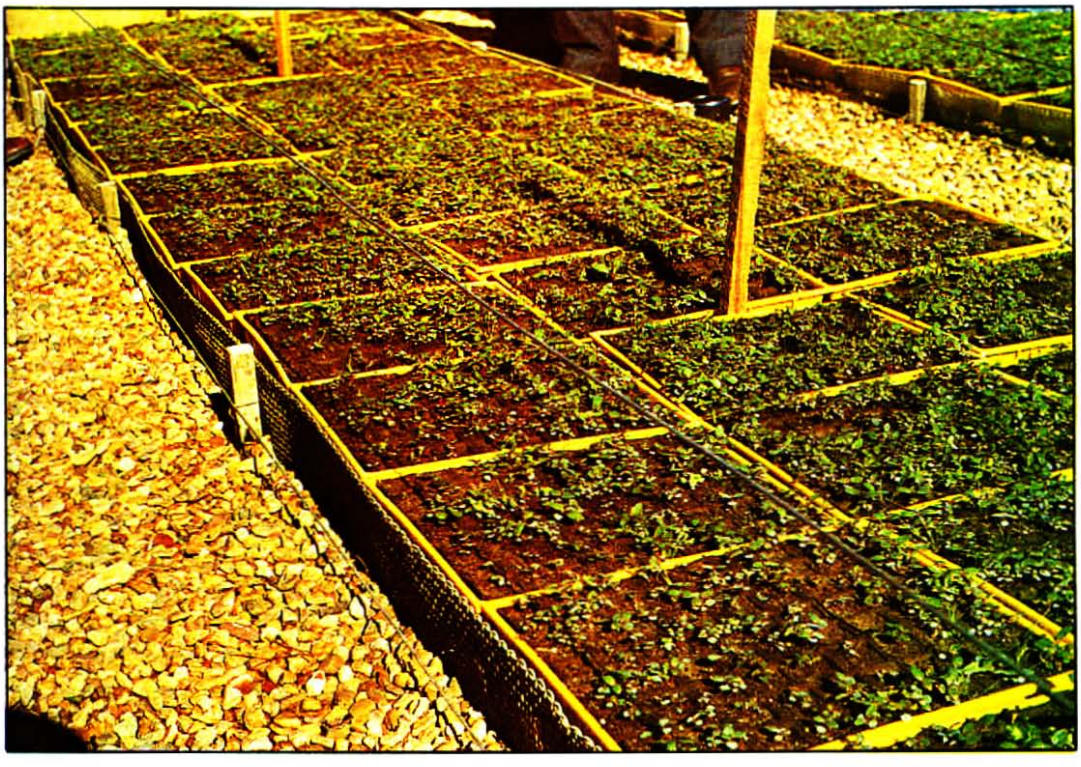


FOTO IV-9: Almácigos en cajas.

suficiente para esterilizar unos 3 m^3 de sustrato. Este producto debe ser aplicado cuidadosamente según las instrucciones del proveedor, ya que es un gas peligroso para el hombre y los animales. Como precaución normalmente incluye clorpicrina, gas de efecto lacrimógeno que permite detectar cualquier escape.

Contra insectos se pueden utilizar también productos como Volaton, Tamarón y otros, y contra hongos Captan, Bayer 5072, Polyram y otros. En ambos casos según las instrucciones y dosis indicadas por los fabricantes.

Preparadas las cajas de almácigo se riegan y luego se procede a la siembra, distribuyendo lo más uniformemente posible la cantidad de semilla que previamente se ha calculado para producir unas mil plántulas por caja. Distribuída la semilla se apisona moderadamente la superficie y se cubre con un par de milímetros de arena o tierra fina, y nuevamente se riega.

Durante las primeras semanas se debe regar con aspersor un par de veces al día, para después disminuir a un riego diario. Semanalmente debe hacerse una aplicación preventiva de fungicida e insecticida. Si se produce un ataque, se deberá aumentar la frecuencia, según las indicaciones del producto empleado, hasta que éste sea controlado. Es conveniente alternar los productos químicos de una aplicación a otra.

Las plántulas estarán listas para el repique en un plazo de 30 a 45 días y hasta el fin de este período se deben mantener las aplicaciones preventivas de pesticidas.

Desde la siembra hasta que las plántulas terminan de emerger, período que toma 10 a 20 días según la especie, se deben mantener los almácigos bajo semisombra, posteriormente se pueden descubrir a las horas de menos calor y finalmente se pueden dejar bajo luz directa.

Preparación de las macetas

- Tipos de macetas

Como se indicó en los puntos anteriores, existe una variedad de tipos de maceta, que han sido desarrollados buscando un adecuado desarrollo de raíces, facilidad de llenado, mayores posibilidades de mecanizar su manejo, menor peso para el posterior transporte de las plantas a terreno y que no sea necesario extraerlas al plantar.

Actualmente, los tipos de mayor disponibilidad son las bolsas de polietileno y las macetas colectivas de papel denominados "paperpots". Aún en forma experimental para Chile se pueden considerar también los envases colectivos rígidos de poliestireno llamados "styroblocks".

Las bolsas de polietileno y los styroblocks se fabrican en Chile, en tanto los paperpots son producidos en Estados Unidos, Canadá, Finlandia y Japón. Sólo los styroblocks se pueden utilizar por varias temporadas, los otros dos tipos son de un solo uso.

Las bolsas de polietileno se encuentran en el mercado en diversas medidas, colores y espesores de material. Las más usadas son de 30 micrones de espesor y de 10 x 20 y 8 x 15 cm de ancho y largo, respectivamente. Las primeras dan un diámetro de 6,4 cm al ser llenadas y tienen una capacidad de unos 600 cm^3, las segundas dan un diámetro de 5 cm y pueden contener unos 300 cm^3 de sustrato.

Los paperpots son macetas colectivas fabricadas con papeles especiales que combinan papel de fácil descomposición con fibras sintéticas de lenta descomposición. Los proveedores los entregan prensados con el fin de que el espacio para almacenarlos sea reducido, pero al desplegarlos cada unidad de 60 x 40 cm ofrece un número variable de macetas de forma hexagonal pegadas entre sí por goma soluble en agua, lo cual permite que, al concluir el período de viverización, éstas se puedan separar obteniéndose macetas individuales y biodegradables.

Estas macetas son de diferentes tamaños y grados de duración, tanto del papel como de la goma que las agrupa. Las más adecuadas serían las que los proveedores de Finlandia denominan FS-620 y FS-515. Estas tienen 6 x 20 y 5 x 15 cm de diámetro y altura, respectivamente. Su capacidad es de 524 ó 248 cm^3 y cada unidad estándar de 60 x 40 cm contiene 80 ó 130 macetas, de acuerdo a las dimensiones antes indicadas. Dependiendo de factores ambientales como temperatura y humedad, las macetas tienen una duración de 6 a 9 meses.

Los styroblocks son macetas colectivas no separables ni biodegradables, consistentes en un bloque de poliestireno de 40 x 60 cm con 135 macetas en forma de pirámide invertida. Los hay de distintas alturas con lo cual la capacidad de cada maceta varía desde 30 a 120 cm^3.

Las macetas más utilizadas en Chile son las bolsas de polietileno, que son de reducido costo, fácilmente obtenibles en el mercado en tamaños adecuados para el uso en viveros y con una resistencia suficiente para mantener el pan de tierra por 10 meses y más. Tienen como principales desventajas cierta dificultad en el llenado, complicaciones por malformación de las raíces, si no existe un buen manejo del vivero, y el hecho de no ser biodegradables, que obliga a cortarlas y extraerlas al plantar.

El sistema de paperpots, muy utilizado en el sur de Australia, parece muy adecuado, aunque presenta como inconvenientes su costo y oportuna disponibilidad, porque es necesario importarlos; el hecho de ser macetas sin fondo,

que hace recomendable usarlos sobre cemento, polietileno u otro material que impida el paso de raíces hacia el suelo, y la posibilidad de que el papel que los constituye se descomponga prematuramente. El llenado de estas macetas es más fácil y rápido que las de polietileno.

Los styroblocks son de mayor costo, pero pueden usarse por varias temporadas. Su llenado es muy fácil y rápido. En Sudáfrica es el sistema más ampliamente utilizado, se le denomina "speedling tray" o "128 tray". Es un bloque de 34 x 48 cm y 6,3 cm de altura, con 128 macetas o cavidades de 36 cm^3 de capacidad.

- Preparación del sustrato

El sustrato con que se llenarán las macetas se prepara efectuando una mezcla compuesta por un 20 a 25% de arena fina, un 20 a 25% de tierra vegetal y un 50 a 60% de tierra corriente del lugar, dependiendo de la textura de esta última. Si la textura es muy pesada es necesaria la arena, si por el contrario es muy liviana la mezcla puede ser por ejemplo 60% tierra corriente y 40% tierra vegetal.

Antes de efectuar la mezcla, la tierra corriente y la tierra vegetal deben ser harneadas en un harnero con malla metálica de 0,8 a 1,0 cm de paso.

Una vez hecha la mezcla, ésta debe ser desinfectada con ácido sulfúrico, bromuro de metilo u otro producto, según lo indicado anteriormente para el sustrato de las almacigueras.

- Llenado de las macetas

De acuerdo al tamaño de las macetas a utilizar y el tipo de éstas, se puede determinar

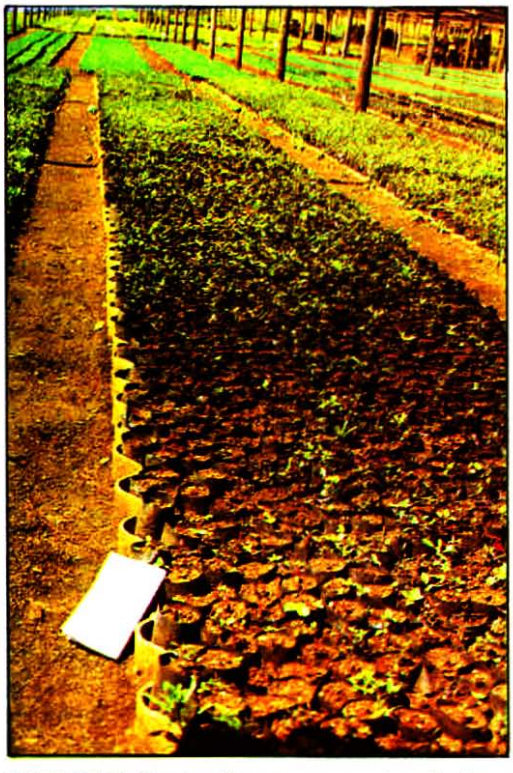


FOTO IV-10: Producción en macetas de polietileno. Platabandas bajo nivel.

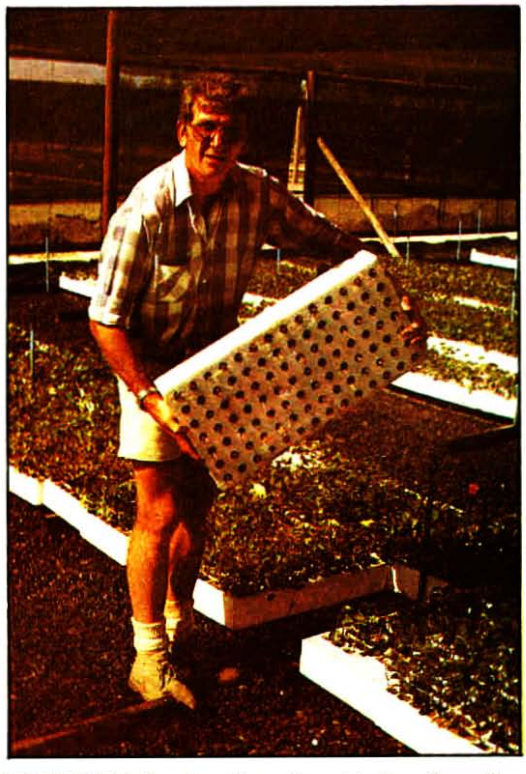


FOTO IV-11: Producción en Styroblocks o Speedling Trays.

previamente el volumen de sustrato que se debe preparar y el tiempo que tomará el llenado de macetas. Usando macetas de 10 x 20 cm, el rendimiento es de unas 800 a 1000 bolsas por jornada-hombre. La faena normalmente se hace en forma manual, utilizando embudos de lata y otros elementos, o pequeñas tolvas artesanales de madera.

Antes o después del llenado las bolsas deben ser perforadas en la parte inferior, tanto al fondo como a los costados, con el fin de permitir el escurrimiento del agua de riego y de lluvias.

Finalmente, antes de ordenar las macetas en las platabandas, es conveniente cubrir el fondo de éstas con polietileno y sobre éste ubicar las macetas. Esto impedirá que las raíces que salen de las macetas pasen al suelo.



FOTO IV-12: Repique de plántulas de dos semanas (sólo tienen los cotiledones) desde caja de almácigo a Paperpots. Australia.

Repique

Dentro de un plazo de 30 a 45 días después de la siembra, según la especie, las plántulas en las almacigueras tendrán uno o dos pares de hojas verdaderas además de los cotiledones y estarán listas para el repique. Esta operación consiste en la extracción de las plántulas del almácigo para plantarlas en las macetas.

Esta es la labor más delicada en la viverización de eucaliptos. Se debe efectuar en forma cuidadosa con el fin de no dañar las raíces, especialmente las raíces secundarias que son las más sensibles y justamente aquéllas cuyo desarrollo interesa fomentar. Las plántulas se van extrayendo del almácigo disgregando suavemente el sustrato de éste, se corta parcialmente la raíz principal, normalmente muy larga, y en el más breve plazo se plantan en las macetas. Para esto se utilizan pequeños punzones de madera con los cuales se prepara el hoyo en el sustrato de la maceta donde se ubicará la plántula. Se debe cuidar especialmente que las raíces no queden dobladas y, al tapar el hoyo en torno a las raíces, que no queden espacios con aire bajo la superficie (Horne, 1979).

Después del repique las platabandas deben quedar bajo semisombra durante 10 a 20 días, dependiendo de la condiciones climáticas del lugar, para posteriormente pasar en forma paulatina a plena luz. Durante este período los cuidados son similares a aquellos indicados anteriormente para las almacigueras, esto es riego dos veces al día, evitándose para esto las horas de mayor calor, y no descuidar las aplicaciones de pesticidas.

Siempre existe alguna pérdida de plantas en el repique, por lo que es conveniente efectuar revisiones durante los días siguientes con el fin de reponer las pérdidas y también las plántulas muy débiles.

Algunos viveros del Norte de New South Wales, Australia, dan sombra intensa a los almácigos durante los dos o tres días previos al

repique, con lo cual obtienen una mayor supervivencia de plantas después de éste (Horne, 1979).

Cuidados posteriores

Si no aparecen problemas fitosanitarios el cuidado posterior de las plantas es en general simple y rutinario, y consistirá básicamente en riegos, aplicación preventiva de pesticidas, extracción de malezas y movimiento de plantas con poda de raíces.

- Riegos

Los primeros 10 días después del repique será necesario dar 2 riegos diarios, uno en la mañana temprano y otro a última hora de la tarde, evitando las horas de mayor calor. Después se reduce la tasa a un riego por día.

Cuando se retira la semisombra y las plantas ya están plenamente establecidas y recuperadas del repique, los riegos se podrán empezar a espaciar con el fin de evitar un crecimiento demasiado rápido, hasta llegar posiblemente a unos 4 ó 5 riegos por mes.

Las plantas deben disponer siempre de un mínimo de humedad para no impedir su desarrollo, por lo que se deben estar permanentemente observando las macetas y cuidando que no se llegue a producir marchitez en las plantas. Sin embargo, es importante que los riegos hacia el final del período de viverización sean los mínimos, con el fin de controlar el crecimiento y obtener una mayor lignificación y rusticidad de las plantas.

- Aplicación de pesticidas

La presencia de hongos o insectos normalmente se detecta por marchitamiento o caída de plantas, coloraciones o decoloraciones especiales, desarrollo irregular en las platabandas, perforaciones o cortes de hoja o tallos, etc. De no observarse anomalías de este tipo, bastará con las aplicaciones preventivas y espaciadas de un par de fungicidas y de insecticidas, alternándolos para obtener una protección más amplia.

Con una eficiente desinfección de almácigos y platabandas, no debieran aparecer mayores problemas de carácter fitosanitarios y con las aplicaciones mencionadas debieran quedar controladas las pestes más habituales.

No obstante lo anterior, el vivero siempre debe disponer de una provisión mínima de otros productos químicos que pueden requerirse en forma imprevista y, además, se debe poder reconocer los tipos de ataque que eventualmente pueden producirse. En el Anexo N° 2 se resumen los principales problemas fitosanitarios que pueden aparecer en un vivero, sus síntomas y sus tratamientos.

- Extracción de malezas

Si la desinfección del sustrato ha sido adecuada, normalmente la aparición de malezas será mínima, pero siempre será necesario efectuar algunas limpias debido a la presencia de semillas más resistentes o a la llegada de semillas en el agua de riego.

El rápido desarrollo inicial de las malezas y la competencia que éstas pueden representar para las plantas hace necesario extraerlas. Esta labor se hace en forma manual y normalmente se efectúa junto con los movimientos de plantas que se describen a continuación.

En Sudáfrica la extracción de malezas se hace principalmente en forma manual, ya que en viveros que producen plantas a raíz cubierta, la presencia de malezas no es un problema importante (Donald, 1986).

- Movimiento de plantas

Cuando las plantas alcanzan cierto tamaño algunas raíces empiezan a salir de las macetas y si no se ha tomado la precaución de poner polietileno al fondo de la platabanda, éstas penetrarán en el suelo iniciándose una desarrollo acelerado de la planta.

Aún cuando se haya puesto polietileno, es conveniente hacer dos o tres movimientos de

plantas en las platabandas durante el período de viverización. Estos consisten en levantar las macetas y podar las raíces que han salido de éstas. Simultáneamente se extraen las malezas de la parte superior de las macetas y, si existe un desarrollo irregular de plantas, éstas se clasifican según tamaño y se ubican separadas dentro de la platabanda, ya que posiblemente las más pequeñas podrán requerir más riego y luz, y de lo contrario serían suprimidas por las más desarrolladas.

Inmediatamente después del movimiento de plantas y si las raíces han estado arraigadas en el suelo, se produce marchitez de los ápices. Esta marchitez se debe recuperar aumentando los riegos y aplicando semisombra hasta que los ápices vuelven a la normalidad, cosa que puede tomar dos a tres días.

El acondicionamiento de las plantas para hacerlas más resistentes al período crítico de la extracción del vivero y período inicial en terreno, se logra con las podas de raíces y manejo del riego, que como se indicó anteriormente, debe ser el mínimo durante los últimos meses.

La fertilización en el vivero sólo es necesaria si el sustrato es muy pobre o si los contenedores son muy pequeños. En Chile, debido al tamaño de las macetas que se emplean, la fertilización rara vez es necesaria. Según Horne (1979) el mantener las plantas en un sustrato de baja fertilidad y con riegos bien distanciados, puede conducir a la obtención de plantas bien lignificadas y por lo tanto más resistentes al trasplante a terreno.

Dado que la mayor parte del agua se pierde por transpiración a través de las hojas, resulta ventajoso efectuar una poda aérea de las hojas más tiernas de la parte superior de las plantas (Horne, 1979). En zonas semiáridas de la parte norte de New South Wales, Australia, se emplea un sistema en que primero se estimula el crecimiento mediante fertilización y cuando las plantas alcanzan alturas de 35-40 cm, se poda el ápice dejándolas de una altura de 25-30 cm y se las fertiliza nuevamente. El efecto obtenido es un mayor diámetro de cuello y una reducción en las pérdidas de humedad por transpiración, manteniendo plantas en crecimiento activo que resistirán mejor el transplante a terreno (Horne, 1979).

Extracción y transporte de plantas

Las plantas se deben regar uno o dos días antes de extraerlas del vivero con el fin de que sean llevadas a la plantación con una adecuada humedad, pero este riego se debe hacer días antes para que el agua pueda escurrir y las macetas estén firmes y no tan pesadas.

Las plantas en maceta se deben transportar en camiones cerrados para evitar la fuerte deshidratación que les produciría el viento en un vehículo abierto.

Producción de Plantas a Raíz Desnuda

Las técnicas de acondicionamiento de plantas desarrolladas en Nueva Zelanda para pinos (van Dorsser and Rook, 1972, cit. por Donald, 1986), han permitido el empleo exitoso de plantas a raíz desnuda (Donald, 1976; Denison, 1981, cit. por Donald, 1986). Estas técnicas consisten básicamente en sucesivas podas de raíces y descalces, que conducen a la obtención de plantas bien lignificadas y con un corto y denso sistema radicular, muy resistentes a cualquier condición adversa al ser plantadas en terreno (Donald, 1976, cit. por Donald, 1986).

En este caso se cultivan las plantas directamente sobre el suelo del vivero, por lo que éste debe ser intensamente preparado mediante arado, rastreo y cruzas repetidas para eliminar las malezas. Con esto el suelo queda debidamente mullido y limpio. Posteriormente se debe desinfectar en forma semejante a la indicada anteriormente.

Si las malezas son muy abundantes se deberán

INFOR

aplicar herbicidas para eliminarlas o reducirlas.

En viveros permanentes y semipermanentes de plantas a raíz desnuda es necesario emplear fertilizantes, ya que año a año se estará cultivando el mismo suelo.

Siembra

Para efectuar la siembra se preparan pequeños surcos paralelos sobre las platabandas, separados por 15 cm y de una profundidad de 4 a 5 mm. En estos se ubican las semillas y se cubren levemente con tierra fina.

La densidad de la siembra está en función del espaciamiento que se espera obtener entre plantas. Este es un factor crítico. Las semillas en lo posible, deben ser sembradas al espaciamiento óptimo o se debe efectuar una siembra más densa para después ralear hasta obtener el espaciamiento correcto antes que las plantas compitan. Esto es cuando tengan 4 a 5 cm de altura (Chavasse, 1980).

El espaciamiento entre las plantas en el vivero afecta el diámetro de cuello; incide sobre el crecimiento en altura, incluso después de la plantación, y mejora la supervivencia en condiciones adversas (Chavasse, 1980). En condiciones de clima cálido y buenos suelos, el espaciamiento puede ser más estrecho que en climas fríos y suelos menos favorables. Como ejemplo, para *Pinus radiata* en Rotorua, un espaciamiento de 4,5 cm es adecuado, en tanto en el Sur de Nueva Zelanda, en suelos pesados, este espaciamiento es de unos 7,0 cm (Chavasse, 1979).

Otro aspecto a cuidar es la profundidad de siembra y el material con que se cubre la semilla para asegurar una germinación y emergencia uniforme de las plántulas.



FOTO IV-13: Producción plantas a raíz desnuda. Vivero permanente. Valdivia, Chile.

En Nueva Zelanda y en Sudáfrica se están desarrollando máquinas sembradoras de precisión, que podrían efectuar la siembra al espaciamiento ideal. Sin embargo, si las semillas son sembradas en forma unitaria, las plántulas en germinación no pueden romper tan rápidamente la costra superficial del suelo como lo harían al germinar en conjunto, lo cual puede conducir a plantas de desarrollo algo irregular (Chavasse, 1979). La solución a esto parece ser la siembra de una mayor cantidad de semilla y un posterior raleo de las plantas obtenidas. Como se mencionó anteriormente, este raleo se debe efectuar cuando las plántulas alcanzan 4 a 5 cm de altura.

Como conclusión, para la viverización de eucalipto a raíz desnuda en Chile se puede considerar la siembra de una cantidad de semilla suficiente para obtener unas 200 a 250 plantas por metro cuadrado de platabanda, las cuales se ralearían para reducir este número a la mitad, obteniendo un espaciamiento de 5 a 6 cm sobre la hilera y 15 cm entre hileras. Las plantas extraídas en este raleo pueden ser repicadas a otras platabandas y ubicadas a igual espaciamiento.

Cuando la semilla es escasa y de alto costo la siembra puede realizarse en un almácigo, para luego hacer un repique a la platabanda. Esto no sólo permite hacer un mejor aprovechamiento de la semilla sino que también permite obtener plantas más homogéneas, debido a que se tiene un mejor control del espaciamiento entre ellas (Van Dorsser, 1981).

El manejo de la sombra, riegos y pesticidas después de la siembra es el mismo descrito anteriormente.

Acondicionamiento de plantas

Existe abundante evidencia en relación a que las técnicas de acondicionamiento de las plantas en vivero conducen a la obtención de un material de plantación más resistente (Armitage, 1969, cit. por Chavasse, 1980). La mayoría de la experiencia reunida corresponde a *Pinus radiata*, pero varias especies de Eucalyptus pueden ser acondicionadas prácticamente de igual forma (Bunn and Van Dorsser, 1969, cit. por Chavasse, 1980) y obtener plantas fuertes, con follaje endurecido y abundantes raíces, que soportarán muy bien el transplante a terreno (Chavasse, 1980).

La supervivencia inicial de las plantas en el sitio de plantación depende en gran medida de su facilidad fisiológica o velocidad de producción de nuevas raíces para establecer un eficiente contacto con el suelo (Smith, 1962; cit. por Ritchie and Dunlop, 1980). A esta facilidad se la denomina potencial de crecimiento radicular y está representado por la cantidad total de nuevas raíces producidas bajo condiciones experimentales (Ritchie and Dunlop, 1980).

Las técnicas de acondicionamiento de plantas en el vivero están orientadas a aumentar el potencial de crecimiento radicular y es así como la poda de la raíz principal, los descalces y la poda de las raíces laterales son técnicas ampliamente utilizadas en los viveros, induciendo importantes incrementos en este potencial de producir nuevas raíces después de la plantación en terreno (Ritchie and Dunlop, 1980).

El acondicionamiento de plantas consiste básicamente en una poda inicial de la raíz principal, seguida de un cierto número de descalces y dos podas de raíces laterales a lo largo de los surcos o hileras de plantas. Este tratamiento, realizado cuando las plantas están en pleno desarrollo, altera el balance hormonal de éstas. El resultado es una restricción en el crecimiento de la parte aérea y un aumento en el desarrollo radicular fino (Chavasse, 1979).

Existen algunos efectos colaterales del acondicionamiento de plantas descrito. El primero de éstos es que la absorción de nutrientes se reduce y esto se debe corregir mediante fertilizantes de acción rápida, los que si se aplican

INFOR

en exceso o tardíamente pueden conducir a que las plantas se tornen muy susceptibles a heladas. Un segundo riesgo es que sucesivos descalces pueden eliminar las capacidad de regeneración de la raíz principal y esto comprometería el posterior establecimiento de las plantas. El último inconveniente a considerar es que se produce un excesivo desarrollo radicular a lo largo de los surcos, ya que la poda lateral se hace entre los surcos y no sobre estos. Estas raíces provocan problemas al momento de la extracción de las plantas del vivero (Chavasse, 1979).

Estos riesgos son los que se intenta evitar con el sistema de poda lateral en cuadrado, consistente en una poda inicial relativamente profunda a la raíz principal, seguida de dos podas laterales por los cuatro lados y una poda final más superficial a la raíz principal poco tiempo antes de la extracción de las plantas. Este sistema ha mostrado resultados tan positivos como el acondicionamiento con descalces, incluso con mayores crecimientos, y se obtienen plantas de fácil extracción y plantación, aún capaces de regenerar rápidamente la raíz principal (Chavasse, 1979; Balneaves et al., 1985).



FOTO IV-14: Plantas a raíz desnuda acondicionadas con poda a la raíz principal y podas laterales. Arauco, Chile.

Sin embargo, la poda lateral de raíces perpendicular a los surcos no ha sido mecanizada y se estima que las plantas tendrían que estar espaciadas posiblemente a 10 x 10 cm, para poder intentarlo. Esto disminuiría considerablemente la cantidad de plantas a producir por unidad de superficie.

En el vivero del Instituto de Investigaciones Forestales de Rotorua, Nueva Zelanda, se obtienen plantas de Eucalyptus de 45 a 60 cm de altura, un diámetro mínimo de cuello de 7 mm, raíz principal corta de 7 cm, abundantes raíces secundarias y hojas verde oscuro sin síntomas de deficiencia. Para esto se producen las plantas en surcos separados por 15 cm y sobre el surco separadas a 8 cm después de raleo (Van Dorsser, 1981).

En otro vivero del mismo Instituto, en la Isla Sur de Nueva Zelanda, se encontró que los mejores resultados de supervivencia y crecimiento para *Eucalyptus regnans* se obtiene a un espaciamiento de 15 x 15 cm, una poda inicial a la raíz principal (13 cm), cuatro podas laterales en cuadrado y dos descalces (Balneaves et al., 1985).

La introducción del acondicionamiento de plantas mediante el descalce ha mejorado de tal modo la supervivencia que se ha reducido la densidad inicial de las plantaciones de *Pinus radiata* de 2350 a 1650 plantas por hectárea. Cuando el acondicionamiento con poda lateral en cuadrado se emplee masivamente, parece posible reducir esta densidad inicial a unas 600 a 800 plantas por hectárea (Chavasse, 1979). Con esto se vería ampliamente compensado el

menor rendimiento de plantas por unidad de superficie en los viveros. En Chile, la empresa Forestal Mininco S.A. ha obtenido buenos resultados con *Eucalyptus globulus*, empleando un acondicionamiento consistente en una poda de raíz principal, tres podas laterales y tres descalces, suspendiendo las intervenciones 45 días antes de la extracción de las plantas. El espaciamiento de las plantas es en este caso de 4 a 5 x 20 cm y cada intervención es seguida de una aplicación de fertilizante. Otras empresas también aplican métodos semejantes.

Las experiencias obtenidas en Rotorua (38°L.S.) y Rangiora (44°L.S.), en Nueva Zelanda permiten concluir que en la zona centro-sur de Chile, en latitudes más bajas (36 - 37°L.S.) parece adecuado el acondicionamiento de Forestal Mininco S.A., que emplea un espaciamiento de plantas algo menor.

Las faenas de acondicionamiento se pueden efectuar con herramientas manuales, como palas afiladas de punta cuadrada o en forma mecanizada, arrastrando con tractor dispositivos cortantes por bajo la platabanda y rastras con discos verticales separados de acuerdo al espaciamiento entre hileras o surcos.

Extracción y transporte de plantas

Junto con la temporada de plantación se inicia la extracción de plantas del vivero. Estas se seleccionan según tamaño y calidad; en general deberán tener 25 a 30 cm de altura y 0.5 cm de diámetro de cuello, estar bien lignificadas y libres de patógenos. Las raíces se recortan con tijeras hasta unos 10 a 15 cm.

Finalmente se embalan para el transporte a los lugares de plantación, para lo cual se emplean variados materiales, como cajas de madera, arpillera, baldes y otros.

Fertilización

En la producción de plantas a raíz cubierta normalmente no es necesaria la aplicación de fertilizantes, ya que si se usa una adecuada mezcla de sustrato para las macetas, que se utilizarán sólo una vez, no debieran presentarse deficiencias.

En el caso de los "styroblocks" o de los "speedling trays", debido al reducido volumen de sustrato que contiene cada cavidad o maceta, es necesario adicionar fertilizantes.

En viveros a raíz desnuda se requiere de fertilizantes, ya que se está utilizando anualmente el mismo suelo.

La adición de 1 gr de NPK 2:3:4 (21) granulado por planta suple los requerimientos nutricionales de todas las especies que se producen comercialmente. Se aplica en tres ocasiones, con intervalos de 6 a 8 semanas, iniciándose esto 8 semanas después de la siembra y en dosis de 0,2; 0,4 y 0,4 gr por planta. Si se aplica a plantas en macetas de bajo volumen de sustrato como los "speedling trays", se debe hacer cada 7 a 10 días en una dosis apróximada de 0.1 gr por planta, iniciándose esto 6 semanas después del repique (Donald, 1986).

También se usa la incorporación de fertilizantes al suelo antes de la siembra o del repique, pero este sistema requiere mayores cantidades de fertilizantes para obtener el mismo efecto anterior, ya que parte de estos se pierden por lixiviación antes que las plantas sean capaces de utilizarlos (Donald, 1978).

El proceso de acondicionamiento de plantas a raíz desnuda debe incluir aplicación de fertilizantes, especialmente si se trata de acondicionamiento con descalces. Las aplicaciones deben ser oportunas y en las dosis adecuadas para evitar los riesgos mencionados de desbalance nutricional y sensibilidad a heladas.

La empresa Forestal Mininco , en el acondicionamiento de plantas antes descrito, aplica fertilizantes de presiembra a razón de 50 kg/ha de Superfosfato Triple y 50 kg/ha de Sulfato de Potasio y Magnesio y, posteriormente

INFOR

distribuye una dosis total de 200 kg/ha de Nitrofoska granulada, más 50 kg/ha de Urea, en cinco ocasiones y en dosis de 40 y 10 kg/ha. Esto es, cuando las plantas alcanzan unos 5 cm de altura; 30 días después; a continuación de la poda de la raíz principal; y después de cada descalce (César Hernández, comunicación personal).

Micorrización

Experiencias reunidas en Australia (Bowen, 1962; Bowen et al., 1972, cit. por Donald, 1978) indican que el crecimiento de las plantas puede ser mejorado mediante la micorrización en vivero. En Sudáfrica también existe experiencia positiva al respecto (Donald, 1975, cit. por Donald, 1978), ya que corrientemente se inoculan esporas de dos diferentes hongos en nuevos viveros, o en viveros antiguos previamente esterilizados. Estos son *Rhizopogen luteolus* y *Pisolithus tinctorius,* el segundo de los cuales es probablemente el hongo simbiótico más común en Eucalyptus en ese país (Donald, 1978).

El procedimiento consiste en inocular esporas maduras sobre la superficie de los almácigos o de las macetas, antes o después de la siembra o del repique.

La esterilización previa del suelo mejora significativamente la micorrización de las plantas, pudiendo ser sorprendente la interacción entre ambos tratamientos (Donald, 1975, cit. por Donald, 1978).

Algunos ensayos realizados en Chile por la empresa Forestal Mininco, concluyen que es recomendable una micorrización similar a la que se usa con *Pinus radiata,* que se logra aplicando una capa de acículas del suelo de bosque de pino de 0,5 cm de espesor sobre las siembras. Los géneros de hongos que participan en esta asociación son *Pisolithus, Amanita, Sillus, Hebeloma, Rhizopogen, Telephora, Selerodema, Russula* y *Lactarius.*

La micorrización es en general más importante en zonas semiáridas, en las cuales es más probable que los hongos que interesan no se encuentren ni en el vivero ni en el terreno de posterior plantación (Tinus and Mc Donald, 1979).

Control de malezas

Una buena esterilización inicial del suelo o de la mezcla con que se llenarán las macetas debiera disminuir considerablemente el problema de malezas que compitan con las plantas en vivero.

Hasta el año 1980 en Sudáfrica se utilizaban principalmente las limpias manuales, debido al predominio de la producción de plantas a raíz cubierta, método en el cual las malezas provocan menores problemas. Posteriormente, en grandes viveros de producción de pinos a raíz desnuda se inició el uso de herbicidas preemergentes, como Goal 24 EC en dosis de 3 l/ha obteniéndose una protección por 8 a 10 semanas, sin efectos negativos sobre las plantas. El control posterior se obtiene reaplicando Goal o empleando bajas dosis de Velpar (Donald, 1986).

En Nueva Zelanda se considera que las limpias manuales pueden tener un efecto negativo en las plantas, ya que se produce cierto daño en las raíces, razón por la cual el control se hace mediante el empleo de herbicidas, los cuales deben emplearse con precisión en cuanto a sus dosis y considerando el estado de crecimiento de las plantas y las condiciones climáticas. También se debe tener presente que diferentes especies requieren distintos tipos y dosis de herbicidas (Chavasse, 1980).

En ensayos de viverización de *Eucalyptus regnans* en Rangiora, Nueva Zelanda, se efectuó control de malezas con Paraquat, en dosis de 0,8 kg/ha cada vez que éstas aparecían (Balneaves et al., 1985).

Existe escasa información sobre el uso de herbicidas en viveros de eucalipto y parecen ser

pocos los productos utilizables con posterioridad a la siembra.

La empresa Forestal Mininco S.A. en Chile, recomienda como tratamiento práctico la aplicación de Gramoxone Super en dosis de 1 l/ha, 5 días después de la siembra. Se trata de un herbicida de contacto, sin efecto residual, que no afecta la siembra.

En ensayos efectuados por el Departamento de Desarrollo Silvícola de la empresa mencionada (César Hernández, comunicación personal) se están probando diferentes productos y dosis, obteniéndose hasta ahora buenos resultados con Afalón en dosis de 1 kg diluído en 400 l de agua por hectárea, como pre-emergente, aplicado inmediatamente después de la siembra. Como postemergente Goal 24 EC 1 l/ha aplicado 60 días después de la siembra, obteniéndose un 70% de control (respecto a testigo), con un daño mínimo y recuperable en las plantas. Ensayos más recientes han incluído Atrazina 1 l/ha como preemergente, 3 días después de la siembra, y Hache 1 Super (Fluazitop-butil 35%) 1 - 1,5 l/ha, con Atrazina 0,5 l/ha, como postemergente 20-25 días después de la siembra, también con buenos resultados.

Referencias

Balneaves, J.M., Fredric, B.J., Hills, D.M. and Bryant, M.A. 1985. The Influence of Seedling Density on 0/1 *Eucalyptus regnans* Seedling Characteristics and their Subsequent Growth (FRI Nursery-Rangiora. New Zealand Journal of Forestry) Vol. 30. N° 2.

Barros, A.S., 1988. Adaptación de Diversas Procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus* en la Zona Semiárida Chilena. En: Actas Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus. 9 y 10 de Junio 1988, Viña del Mar, Chile. Corporación de Fomento de la Producción - Instituto Forestal. II. 31 p.

Barros, A.S. y Rojas, V. P. 1987. Ensayos de Procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. en la Zona Semiárida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal. Vol. 1 N°1. Santiago, Chile. pp. 29-40.

Bellefontaine, R., Raggabi, M. et Manson, A. 1979. Experience Internationale d'origines D'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Dispositif de Sidi Slimane (Maroc). Ann. de la Recherche Forestiere au Maroc. V. 19. pp. 339-398.

Boland, D.J., Brooker, M.I.H. and Turnbull, J.W. 1980. Eucalyptus Seed. CSIRO, Australia. 191 p.

Booth, T., 1988. Wich Wattle Where? Selecting Australian Acacias for Fuelwood Plantations Plants Today. May-June 1988.

Burley, J. and Wood, P.J. comp. 1979. A Manual on Species and Provenance Research with Particular Reference to the Tropics. Commonwealth Forestry Institute. Univ. Oxford. Tropical Forestry Papers N° 10. 26 p.

Chavasse, C.G.R. 1979. The Means to Excellence through Plantation Establishment : The New Zealand Experience New Zealand Forest Service Research Institute. In : Forest Plantations. The Shape of the Future. Weyerhauser Science Symposium. Weyerhauser Co. Washington, USA.

Chavasse, C.G.R. 1980. Planting Stock Quality: A Review of Factors Affecting Performance. New Zealand Journal of Forestry. V. 25. N° 2. pp. 144-171.

Donald, D.G.M. 1978. Nursery and Establishment Techniques as Factors in Productivity of Man-Made Forest in Southern Africa. Faculty of Forestry, University of Stellenbosh. Stellenbosh, 7600. South African Forestry Journal N°109. pp. 19-25.

Donald, D.G.M. 1986. South African Nursery Practice. The State of the Art. South African Forestry Journal N° 139. pp. 36-47.

Eldridge, K.G. and Cromer, R.N. 1987. Adaptation and Physiology of Eucalypts in Relation to Genetic Improvement. En: Simposio sobre

INFOR

Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales, Buenos Aires, Argentina. 6-10 Abril 1987. T. I. pp. 85-101.

FAO, 1979. Eucalypts for Planting. FAO Forestry Series N° 11. Roma. 677 p.

Hillis, W.E. and Brown, A.G. (Eds.) 1978. Eucalypts for Wood Production. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia. 434 p.

Horne, R.R. 1979. Raising Eucalypts for Plantations in the North Coast of NSW. Research Note N° 22 Second Edition. Forestry Commission of NSW. Sydney, Australia. 23 p.

Knockaert, C. 1984. Production D'*Eucalyptus camaldulensis* Origine Lake Albacutya Durant la Premiére et la Seconde Rotation. Ann. de la Recherche Forestiére au Maroc. V. 24. pp. 127-148.

Lacaze, J.F. 1978. Study of the Ecological Adaptation of Eucalypts : A Study Provenances of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (FAO Project N°6). In : D.G. Nikles, J. Burley and R.D. Burnes. Proceedings of a joint IUFRO Workshop on Progress and Problems of Genetic Improvement of Tropical Forest Trees. Brisbane, Queensland, Australia, 4-7 April, 1977. Vol. 2, pp. 979-994.

Midgley, S. 1988. The Collection, Storage, Pre-Sowing Treatment and Procurement of Eucalypt Seed. En : Actas Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus. 9 y 10 de Junio de 1988, Viña del Mar, Chile. Corporación de Fomento de la Producción - Instituto Forestal. VIII. 35 p.

Prado, J.A. 1988. Selección de Procedencias de Varias Especies del Género Eucalyptus para la Zona Centro-Sur de Chile. En: Actas Simposio Manejo Silvícola Género Eucalyptus. 9-10 Junio 1988. Viña del Mar, Chile. Corporación de Fomento de la Producción - Instituto Forestal. I, 33 p.

Ritchie, G.A. and Dunlop, J.R. 1980. Root Growth Potential: Its Development and Expression in Forest Tree Seedlings. New Zealand Journal of Forestry. Vol. 10. pp. 218-247.

Tinus, R.W. and Mc Donald, S.E. 1979. How to Grow Tree Seedlings in Containers in Greenhouses. General Technical Report. RM. 60 Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station. Forest Service USDA. 256 p.

Van Dorsser, J.C. 1981. Production Regime for 1/0 Bare Rooted Eucalypts. In : Forest Nursery and Establishment Practice in New Zealand. FRI Symposium N° 22, March 1981. p. 198 - 208.

Wright, W.S. 1976. Introduction to Forest Genetics. Department of Forestry. Michigan State University. East Lansing. Michigan. 463 p.

INFOR

CAPITULO V

SELECCION DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS

José Antonio Prado D.

Introducción

La selección de la especie adecuada para la forestación en una región determinada o para la obtención de un cierto producto es fundamental. De ello depende, en gran medida, el éxito de la forestación.

En la actualidad, gracias al intercambio de especies que se ha producido en el mundo, primero de una manera informal y luego de acuerdo a programas sistemáticos de introducción, para muchos sitios existe un buen número de especies alternativas.

Esto da al forestador la posibilidad de plantar la especie más adecuada a sus condiciones de sitio y a sus requerimientos, sean estos industriales, energéticos o de conservación.

En Chile, el género Eucalyptus ofrece diversas especies alternativas para la producción de energía, productos para la agricultura y la minería, y madera de uso industrial.

Debido a variaciones interespecíficas, estas especies presentan diversas características en cuanto a su capacidad de adaptación a distintos sitios y al tipo de madera que pueden producir.

Más aún, dentro de una misma especie pueden existir importantes diferencias, generadas por la interacción que existe entre el material genético y las condiciones de sitio. Es por esto que la procedencia de la semilla es un factor que siempre debe ser considerado. Este y otros factores que deben ser analizados al seleccionar una especie, se discuten en este capítulo.

Selección de Especies

La selección de especies para la forestación depende de dos factores fundamentales: las condiciones del sitio y el objetivo de la plantación. Este último, en general está bastante condicionado al primero, ya que las alternativas de producción se ven restringidas cuando las condiciones del sitio son poco favorables. En buenos sitios se puede plantar un gran número de especies, lo cual permite considerar diversas alternativas de producción, en cambio en sitios pobres o con alguna limitación particular (inundaciones, salinidad, etc.) la selección se ve limitada.

A continuación se analiza la selección de especies de acuerdo a estos dos factores: condiciones de sitio y objetivos de la plantación.

Condiciones de sitio

La calidad de un sitio, desde el punto de vista forestal, es el resultado de la combinación de una serie de factores, entre los cuales el clima y el suelo son los de mayor importancia.

Las posibilidades de mejorar un sitio forestal normalmente son reducidas. El mejoramiento se logra alterando las condiciones del suelo, con una adecuada preparación y con la aplicación de fertilizantes, ya que las condiciones climáticas no son posibles de cambiar. En consecuencia, la selección de las especies para un determinado lugar se verá limitada a aquellas que sean capaces de sobrevivir y producir en las condiciones impuestas por el sitio, considerando sólo el mejoramiento que puede significar una buena preparación del terreno, la fertilización y en algunos casos el riego.

INFOR

Clima

El factor de mayor incidencia en las condiciones de sitio es el clima, ya que no existe posibilidad de alterarlo. Los factores del clima, tales como la precipitación y su distribución, las temperaturas, vientos y otros, tienen una gran incidencia en la selección de especies.

Precipitación

La precipitación es el factor climático que tiene mayor efecto en la adaptación y crecimiento de los árboles, y es uno de los factores fundamentales en la selección de las especies para la forestación. Entre los Eucalyptus existe gran cantidad de especies que presentan resistencia a la sequía, en tanto que otros crecen bién en áreas con alta precipitación y aún con inundaciones que pueden cubrir sus raíces por varios meses.

La experiencia reunida por el programa de Introducción de Especies del Instituto Forestal permite recomendar para la forestación en el país, las siguientes especies según rangos de precipitación anual (INFOR-CORFO, 1986).

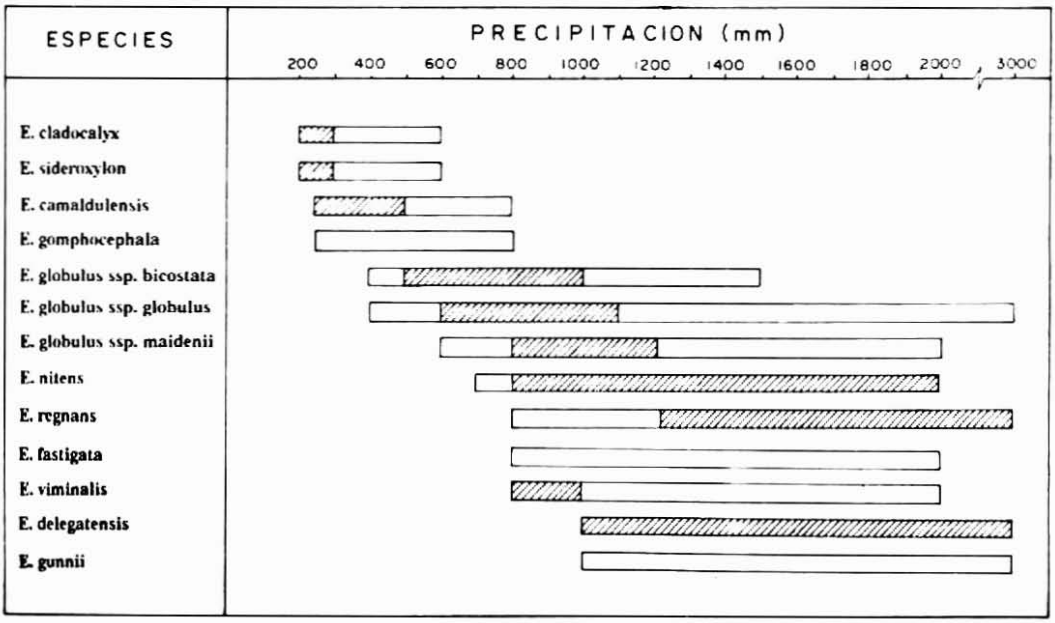
En el Gráfico V - 1 aparecen los rangos de precipitación para los que se recomienda la plantación de las especies seleccionadas. Estos rangos han sido determinados en base a la experiencia obtenida en el programa de Introducción de Especies de INFOR y no corresponden necesariamente a los rangos de precipitación en sus áreas de distribución natural.

Aún cuando la precipitación es un factor de gran importancia en la selección de una especie, nunca debe considerarse en forma aislada, sino que siempre en conjunto con otros factores que también condicionan la supervivencia y desarrollo de las plantas, entre los cuales son particularmente importantes las temperaturas mínimas absolutas y la longitud del período seco. Este último está relacionado con el monto y distribución de las precipitaciones.

Se debe tener presente que en la zona central de Chile las precipitaciones se concentran en 4 a

GRAFICO V - 1

Especies Recomendadas según Rangos de Precipitación



Recomendable en el rango de precipitación.
La especie crece en ese rango, pero hay otras que son más recomendables.

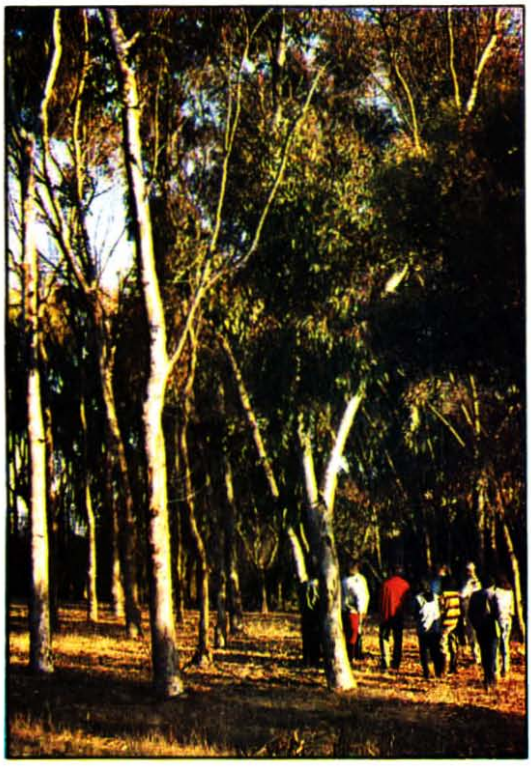


FOTO V-1: *E. camaldulensis*. Longotoma, V Región.

6 meses, por lo que el período seco puede prolongarse de 6 a 8 meses y en algunos casos más. Esto también debe considerarse en conjunto con algunas características del suelo. En suelos con poca capacidad de retención de agua (suelos arenosos, por ejemplo) el período seco se acentúa.

En áreas con un período seco prolongado deberán plantarse especies resistentes a la sequía, aún cuando el monto total de precipitaciones indique que es posible plantar especies con mayores requerimientos de agua. Un ejemplo típico lo constituye el área de arenales en la VIII Región, en donde la pluviometría sugiere una calidad de sitio muy superior a la que realmente existe.

Temperatura

La temperatura es un factor de gran importancia en la vida de las plantas ya que afecta muchos procesos fisiológicos que están directamente relacionados con el crecimiento. Varias fases del régimen de temperatura afectan el crecimiento de las plantas: temperatura diurna, temperatura nocturna y oscilación térmica. Los valores extremos de estas temperaturas son los que en mayor medida afectan la distribución de una especie, y en consecuencia, su posible selección para un determinado lugar.

Entre las temperaturas extremas, las más letales son, sin duda, las temperaturas mínimas, ya que pueden matar parte o la totalidad de la planta con una sola ocurrencia.

La ocurrencia de las heladas depende de varios factores, tales como la radiación solar, altitud, topografía, cercanía al mar y otros.

Dado que los terrenos de aptitud forestal en general se encuentran en sectores de topografía



FOTO V - 2: E. delegatensis. San Antonio de Loncoche IX Región

ondulada a quebrada, conviene analizar su efecto, que puede ser significativo en el daño provocado por las heladas (Paton, 1983; Hardwood, 1983). La inversión térmica nocturna es una característica típica de valles y hondanadas. El aire frío se mueve hacia menores altitudes, desplazando el aire cálido hacia arriba. Esta acumulación de aire frío en el fondo de los valles o depresiones causa un aumento en la frecuencia y severidad de las heladas, lo cual puede acortar la estación de crecimiento y en algunos casos producir un cambio en la vegetación, equivalente al que se produce debido al aumento en altitud.

El daño causado por las heladas depende de varios factores:

La intensidad y duración de la helada son de gran importancia; la temperatura mínima absoluta alcanzada durante una helada tiene una gran relación con el daño producido; también un largo período con temperaturas bajo cero puede provocar tanto o más daño que un período corto con una temperatura más baja.

Otra causa de daño severo es la amplitud de la oscilación térmica. Si se produce una gran diferencia (15 a 20°C) entre el día y la noche, que es lo que muchas veces sucede en las heladas de otoño y primavera, los daños son mayores. A esto debe agregarse la marcada variación estacional que presentan las plantas en su resistencia a las heladas.

Las especies del género Eucalyptus presentan una notoria variación genética y estacional en cuanto a su resistencia al frío. Hay especies que no soportan heladas, mientras otras pueden resistir temperaturas de 20 a 25°C bajo cero. También es considerable la variación intraespecífica, lo cual da gran importancia a la selección de las procedencias.

Durante el verano todas las especies, aún



FOTO V-3: *E. gomphocephala* afectado por heladas en un esayo de introducción de especies en Llallauquen, VI Región.

las más resistentes, son muy susceptibles al frío. Durante el otoño cuando las temperaturas comienzan a bajar, se produce un paulatino "endurecimiento", que las hace más resistentes, lográndose el máximo en pleno invierno. Cuando las temperaturas comienzan a subir, con la llegada de la primavera, se produce el proceso inverso. Es por esto que las heladas de otoño y primavera son las que causan los mayores daños.

Por ejemplo, Hardwood (1983) indica que la regeneración natural del *Eucalyptus pauciflora* en New South Wales, Australia, puede ser severamente dañada por temperaturas de sólo - 6°C, si estas ocurren a principios de otoño (Marzo), en cambio puede resistir temperaturas de -18°C cuando estas ocurren en pleno invierno.

La edad de las plantas es también un factor importante. Normalmente las temperaturas son más bajas a nivel del suelo, por lo que las plantas de 1 ó 2 años están más expuestas al daño por frío (FAO, 1979). Además, la lignificación de las ramas disminuye el riesgo de daño en el cambium. Por lo tanto, a medida que la planta crece se hace más resistente al frío, aún cuando siempre los brotes más recientes siguen siendo susceptibles.

En plantas pequeñas, una helada severa puede producir una alta mortalidad. Si las plantas están más desarrolladas, la misma helada puede dañar las hojas y ramas tiernas, pero la planta se recuperará emitiendo brotes epicórmicos, y en casos muy severos, cuando todo el árbol es dañado, éste puede aún rebrotar a nivel del suelo (FAO, 1979). Sucesivas heladas pueden matar el árbol.

La susceptibilidad de las plantas al frío disminuye a medida que éstas crecen. Cuando llegan a los 2 m de altura, normalmente escapan a los efectos dañinos del frío, ya que las hojas y ramas tiernas están por sobre el nivel de las temperaturas mínimas (cerca del nivel del suelo) y el tronco y ramas inferiores ya tienen un volumen suficiente como para evitar la congelación debido a un período corto de frío, como es una helada, ya que hay cierta inercia térmica (Hardwood, 1983).

Cuando se ha elegido la especie adecuada para un lugar, sólo heladas excepcionales pueden causar daño de importancia en árboles juveniles o adultos.

Hay otros factores que afectan la susceptibilidad de las plantas a las heladas. Aún cuando se requiere más investigación sobre este punto, existen bastantes evidencias de que la fertilización, al aumentar considerablemente la actividad vegetativa de las plantas, las hace más susceptibles al frío (Prado y Rojas, 1987; Chavasse, 1980).

La preparación del sitio puede tener un efecto importante. Una preparación intensiva, que elimine completamente la vegetación competidora, produce un efecto favorable, elevando la temperatura mínima del aire cerca del suelo. Según Chavasse (1980) la diferencia de temperatura entre un área con un suelo intensamente preparado y otra adyacente, cubierta de maleza, puede ser de hasta 4°C. Según Keenan y Candy (1983) esta diferencia puede llegar hasta 9°C.

Entre las especies del género Eucalyptus recomendadas por INFOR (INFOR - CORFO, 1986) para la forestación en Chile, existe un amplio rango de resistencia al frío. *Eucalyptus gomphocephala* es el más sensible, mientras que *E. gunnii, E. viminalis, E. delegatensis* y *E. nitens* están entre los más resistentes (Gráfico V - 2).

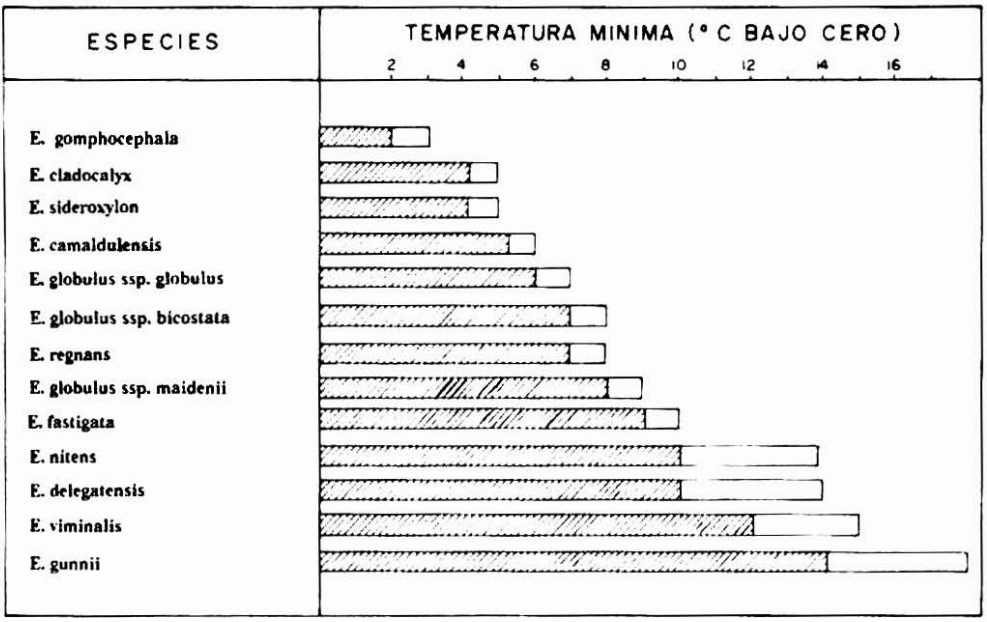
Es necesario mencionar que las temperaturas mínimas indicadas en el Gráfico V-2, corresponden a la máxima resistencia de las especies, considerando la procedencia más adecuada y el "endurecimiento" que se obtiene en pleno invierno. Debido a las variaciones estacionales, según se analizó anteriormente, temperaturas muy superiores producidas durante otoño o primavera puedan causar severos daños.

Los datos entregados en el Gráfico V-2 fueron obtenidos de diversas fuentes en la literatura (Hillis y Brown, 1978; Rook et al., 1980; FAO, 1979; Wilcox, 1982; Evans, 1983; Martin, 1983; Tibbits and Reid, 1987), ya que no se dispone de información local. Es necesario señalar que no existe concordancia entre los datos o apreciaciones de los diversos autores consultados en cuanto a la resistencia de las

INFOR

GRAFICO V - 2

Especies Recomendadas según Resistencia al Frío



Temperatura mínima invernal; puede provocar daños leves a intensos.

Temperatura mínima invernal; puede provocar daños severos a muy severos, aunque sin matar la planta. Más allá de este rango la planta moriría.

distintas especies. Esto se debe a que, como se indicó anteriormente, hay muchos factores que afectan la determinación de la resistencia al frío de una especie.

Además de las especies que se presentan en el Gráfico V - 2, existen otras de gran resistencia al frío, entre las cuales conviene mencionar : *E. dalrympleana, E. dives, E. pauciflora, E. cinerea, E. bridgesiana* y *E. stellulata*. Casi todas estas especies presentan mala forma y tasas de crecimiento muy inferiores a las de las especies recomendadas. *E. macarthurii,* es una especie comercial de gran resistencia al frío, de la cual no se dispone de antecedentes locales.

Las temperaturas máximas también son de gran importancia, especialmente cuando se producen durante el período seco, como es el caso de Chile.

Zonas con altas temperaturas estivales, como el secano interior de la zona central, se ven limitadas para el establecimiento de muchas especies, ya que las deficiencias hídricas se hacen más severas debido a las altas tasas de evapotranspiración.

Al seleccionar especies para lugares con un período seco prolongado y altas temperaturas, se deben considerar aquellas que presenten una alta resistencia a la sequía, aún cuando la precipitación anual de la zona pueda indicar otra cosa. En la VII y VIII Regiones del país, existen sectores interiores con precipitaciones de 800 mm y más, pero que por sus veranos secos y

calurosos no permiten el establecimiento de especies, que con el mismo nivel de precipitación podrían ser establecidas en sectores costeros, con temperaturas más moderadas. Por ejemplo, *E. nitens, E. globulus ssp maidenii, E. regnans* y *E. fastigata.*

Las temperaturas máximas absolutas que pueden soportar las distintas especies del género Eucalyptus no han sido motivo de muchos estudios, razón por la cual no se dispone de información. En general, temperaturas muy elevadas y persistentes pueden disminuir la tasa de crecimiento, ya que afectan la acción de enzimas y aumentan la respiración. Temperaturas extremadamente altas (55°C y más) y prolongadas pueden causar la muerte de las plantas. La mayoría de los árboles pueden soportar períodos cortos de altas temperaturas, hasta unos 66°C (Spurr y Barnes, 1980).

Viento

El viento es un factor que puede tener gran incidencia en el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus. En conjunto con bajas temperaturas puede potenciar el daño que éstas causan (FAO, 1979). La combinación de baja temperatura y viento produce un efecto equivalente al de una temperatura varios grados inferior. En climas fríos esta diferencia puede ser de 20 o más grados centígrados.

En zonas secas y en general, durante el verano, el viento provoca una fuerte deshidratación en las plantas, haciendo más severas las condiciones de aridez. La experiencia del Instituto Forestal en la IV Región, indica que la exposición a los vientos dominantes es la principal causa de mortalidad en plantaciones experimentales con *Eucalyptus camaldulensis* y *E. sideroxylon* (J. Wrann, 1987, comunicación Personal).

El viento también produce daño por su efecto físico directo. Las plantas de *Eucalyptus globulus,* que desarrollan un gran follaje a temprana edad, son muy susceptibles a ser volteadas por el viento. En cambio *E. camaldulensis,* con un follaje menos denso, es menos dañado por éste. Una vez que los eucaliptos han desarrollado su sistema radicular son tan resistentes al viento como otras especies. Sin embargo el peligro de daño por el viento siempre subsiste y está muy relacionado al manejo que se dé al bosque. Raleos muy intensos pueden ser la causa de volteo por el viento a cualquier edad, pero considerando raleos de igual intensidad, es menos probable que un rodal joven se vea afectado (Opie et al., 1978).

Suelo

Las condiciones de suelo son de gran importancia en el sitio forestal. A diferencia del clima éstas pueden ser parcialmente alteradas, mediante una adecuada preparación antes de la plantación y la aplicación de fertilizantes u otros productos destinados a corregir sus deficiencias.

En su estado natural y también en plantaciones, las especies del género Eucalyptus crecen en una gran diversidad de suelos. Las especies de más rápido crecimiento, tales como *E. nitens, E. regnans, E. delegatensis* requieren de suelos moderadamente fértiles, profundos y bién drenados, para lograr los crecimientos de 40 m^3/ha/año o más que señala el Instituto Forestal (INFOR - CORFO, 1986). En cambio, especies tales como *E. cladocalyx, E. sideroxylon* y *E. camaldulensis* pueden crecer en suelos delgados y pobres.

Las especies del género Eucalyptus, en general, no soportan suelos calcáreos, que presenten un pH alto (> 7.5) y calcio libre. La presencia de estos dos factores en el suelo dificulta la absorción de fierro, elemento fundamental para la formación de la clorofila. Bajo estas condiciones los árboles presentan agudos síntomas de clorosis, lo cual les provoca un crecimiento extremadamente lento o la muerte.

El *Eucalyptus gomphocephala,* especie apta para zonas secas, es la más tolerante a los suelos calcáreos. También soportan cierto grado de

alcalinidad *E. camaldulensis* (sólo algunas procedencias), *E. melliodora* y *E. sideroxylon*, entre otras (FAO, 1979).

La salinidad es otro factor que afecta negativamente a la mayoría de las especies del género Eucalyptus. Son pocas las especies que toleran alta salinidad en el suelo. Entre las ensayadas en Chile se consideran tolerantes *E. camaldulensis, E. cladocalyx, E. robusta* y *E. viminalis*, en tanto que *E. gomphocephala, E. globulus* y *E. sideroxylon* son moderadamente tolerantes (Poynton, 1979).

Otro factor edáfico de importancia en la selección de las especies es el drenaje. No todas las especies soportan suelos mal drenados o con inundaciones temporales. *E. camaldulensis* es una de las especies que mejor soporta inundaciones temporales, pudiendo pasar varios meses con sus raíces bajo el agua.

En donde el anegamiento es permanente, debido a problemas de drenaje en el suelo, el *Eucalyptus robusta* parece ser la especie de mejor crecimiento.

La Tabla V-1 presenta una lista de especies y las características del suelo en que estas pueden crecer satisfactoriamente. Como es de suponer, todas las especies mencionadas crecen mejor en suelos fértiles, profundos y bién drenados. Lo que la tabla indica son las condiciones mínimas para que la especie logre un crecimiento productivo. Esta puede ser empleada en ambos sentidos, es decir, para ver los requerimientos o limitaciones de una determinada especie o para seleccionar una especie, cuando se conocen las limitaciones del suelo.

Objetivos de la plantación

Los productos que pueden obtenerse de una plantación forestal dependen de dos factores fundamentales: la especie y el manejo, y éstos a su vez dependen, en gran medida, de la calidad del sitio. En sitios muy pobres sólo será posible obtener productos tales como postes y leña, en cambio en buenos sitios las alternativas de producción serán más diversas, pudiendo obtenerse leña, postes, madera aserrada, madera para chapas, tableros, madera para pulpa y papel y otros productos.

Todas las especies de Eucalyptus que tienen un buen crecimiento bajo determinadas condiciones de suelo y clima, no necesariamente tienen las mismas características en cuanto a su hábito, velocidad de crecimiento y calidad de su madera. En consecuencia, la selección de especies para una determinado lugar no sólo dependerá de las condiciones edafoclimáticas, sino que también de los productos que se desea obtener.

En el Capítulo IX se entrega información sobre propiedades físicas y mecánicas de la madera de diferentes eucaliptos y otros antecedentes relacionados con su utilización.

Además de los antecedentes tecnológicos es necesario considerar una importante característica fisiológica de los eucaliptos, que es su capacidad para rebrotar desde el tocón.

Este factor es de fundamental importancia cuando se quiere producir madera delgada (leña, postes, pulpa) en rotaciones cortas.

De las especies seleccionadas, todas aquellas de zonas secas presentan una buena capacidad de retoñación en cambio las recomendadas para zonas húmedas y sub-húmedas varían en su capacidad para retoñar. *Eucalyptus globulus* (considerando las subespecies) presenta muy buena retoñación, permitiendo varias rotaciones de monte bajo sin que sea necesario reestablecer la plantación. *Eucalyptus nitens* aún cuando retoña, no lo hace en forma muy vigorosa y desgraciadamente no se dispone de información local que permita saber si es posible obtener una o más rotaciones de monte bajo, después de la primera corta, con esta especie. Los eucaliptos del grupo Ash *(E. regnans, E. delegatensis, E. fastigata)* rebrotan pobremente, o no rebrotan, por lo que sólo es posible establecer bosques de monte alto.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se puede decir que para la obtención de productos con rotaciones cortas, por ejemplo pulpa y energía, serían más recomendables los Blue Gums, *E. globulus ssp. globulus, E. globulus ssp. maidenii, E. globulus ssp. bicostata* (si las condiciones de sitio lo permiten), ya que no es necesario reestablecer la plantación después de cada cosecha.

INFOR

TABLA V-1

Requerimientos de Suelo para las Especies Recomendadas

Especies	Texturas	Profundidad	Fertilidad	Drenaje	pH	Salinidad
E. camaldulensis	No prospera en suelos muy pesados.	Suelos de profundidad moderada a delgados.	Suelos de fertilidad media a baja.	Soporta inundaciones prolongadas.	No soporta suelos calcareos, excepto algunas procedencias.	Especie tolerante a la salinidad. Algunas procedencias en particular. (350 - 400 mM).
E. cladocalyx	Suelos arenosos y gravosos	Suelos de profundidad moderada a delgados	Suelos de baja fertilidad.	Suelos bien drenados. Soporta inundaciones temporales.	Suelos neutros a ácidos.	Tolerancia moderada. (210 mM).
E. delegatensis	Suelos francos, graníticos, podsolicos.	Suelos de profundidad moderada a profundos.	Suelos de fertilidad media a alta.	Suelos bien drenados.	No soporta suelos calcareos.	No soporta suelos salinos.
E. fastigata	Suelos francos, no prospera en suelos arcillosos.	Suelos profundos	Suelos fértiles.	Suelos bien drenados.	No soporta suelos calcareos.	Sin antecedentes.
E. globulus ssp. globulus	Amplio rango de suelos. Mejores desarrollos en suelos francos y arcillas.	Suelos de profundidad moderada a profundos; suelos orgánicos delgados.	Suelos de fertilidad moderada a pobre.	Suelos con drenaje intermedio a bien drenados. Soporta inundaciones por períodos cortos.	No soporta suelos fuertemente calcareos o alcalinos aún cuando crece en suelos de origen calcareo.	Especie tolerante a la salinidad. (300 - 320 mM).
E. globulus ssp. bicostata	Suelos francos a arcillosos.	Suelos de profundidad moderada a profundos.	Suelos de fertilidad moderada.	Suelos con drenaje intermedio a bien drenados.	No soporta suelos fuertemente calcareos.	Tolerancia moderada (250 - 300 mM).
E. globulus ssp. maidenii	Suelos francos a arenosos.	Suelos de profundidad moderada a profundos.	Suelos de fertilidad moderada.	Suelos con drenaje intermedio a bien drenados.	No soporta suelos calcareos.	Sin antecedentes.

E. gomphocephala	Suelos francos a arenosos.	Suelos profundos. Suelos delgados en su origen.	Suelos de fertilidad moderada a baja.	Prefiere suelos bien drenados; soporta inundaciones temporales.	Crece en suelos altamente calcareos.	Soporta cierta salinidad en suelos bien drenados.
E. gunnii	Suelos de texturas francas, rocosos.	Suelos de profundidad moderada.	Suelos orgánicos fértiles.	Crece en suelos con drenaje pobre.	Prefiere suelos ácidos.	Sin antecedentes.
E. nitens	Amplio rango de suelos. Mejores desarrollos en suelos francos arcillosos.	Suelos de profundidad media a profundos.	Suelos de fertilidad moderada a fértiles.	Suelos con drenaje intermedio a bien drenados.	No soporta suelos calcareos.	Sin antecedentes.
E. regnans	Suelos arcillo francosos a francos.	Suelos de profundidad media a profundos.	Suelos fértiles.	Suelos bien drenados; soporta suelos inundados, limitando su crecimiento.	Prefiere suelos ácidos, aunque se le encuentra en suelos de origen calcareo.	No tolera suelos salinos.
E. robusta	Arcillosos a arcillo arenosos.	Suelos de profundidad media.	Suelos de fertilidad moderada.	Pobre, soporta suelos pantanosos.	Sin antecedentes.	Tolerante a la salinidad.
E. sideroxylon	Suelos arcillosos.	Suelos delgados, pedregosos.	Suelos pobres, de baja fertilidad.	Suelos con drenaje intermedio a bien drenados.	Soporta suelos calcareos.	Soporta cierta salinidad. (170 - 250 mM).
E. viminalis	Amplio rango de suelos, desde arenas a arcillas.	Suelos delgados a profundos.	Soporta suelos pobres, de baja fertilidad.	Prefiere suelos bien drenados, pero soporta inundaciones estacionales.	Soporta suelos ácidos y también calcareos	Tolerante a la salinidad.

Fuentes de Información:

- Biddiscombe et al. (1981)
- Boland et al. (1984)
- FAO (1981)
- Hall et al. (1970)
- Hillis y Brown (1978)
- Poynton (1979)
- Blake (1981)
- Rogers (1985)

INFOR

Para rotaciones más largas, el mayor crecimiento de especies tales como *E. nitens* o *E. regnans* puede justificar el incurrir en el costo de reforestación, después de cada corta.

Procedencia de la Semilla

Antecedentes

El disponer de diferentes especies como alternativas para la forestación, sin duda que permitirá hacer un uso mucho más eficiente de los suelos forestales y obtener un producto adecuado a los requerimientos del forestador o la empresa.

Sin embargo, la selección de la mejor alternativa para la forestación en un determinado lugar no termina con la selección de la especie, ya que muchas veces existe una gran variación intraespecífica, que está dada por el origen de la semilla.

La mayoría de las especies de Eucalyptus se encuentra distribuída naturalmente en un amplio rango de condiciones de suelo y clima. *Eucalyptus camaldulensis*, por ejemplo, se encuentra en todos los estados australianos, con la excepción de Tasmania. Otras especies tales como *E. nitens*, *E. globulus* y *E. regnans*, tienen distribuciones más restringidas, pero aún asi se les encuentra creciendo en condiciones muy diversas.

Dentro de estos rangos de distribución, las condiciones de suelo, clima y topografía generan ambientes con características propias, por lo que una misma especie, a través de una selección natural, evoluciona gradualmente hasta formar subpoblaciones, con una constitución genética diferente. Estas subpoblaciones, identificadas con un origen de semillas, se denominan procedencias.

Es asi como el potencial de crecimiento, la resistencia a plagas o enfermedades, la resistencia al frío o a la sequía; las propiedades físico-mecánicas de la madera y muchas otras características están asociadas con la procedencia de la semilla y por lo tanto se transmiten a su descendencia.

En consecuencia, la selección de la procedencia adecuada puede ser tan importante como la selección de la especie, ya que de ello dependerá que ésta se adapte y desarrolle todo su potencial.

Existe certeza en cuanto a la gran variación que en sus características y comportamiento pueden presentar las especies del género Eucalyptus, según sea el origen de la semilla. La literatura presenta numerosos ejemplos de las diferencias que pueden producirse debido a la procedencia de la semilla. En Chile, Barros (1988), analizando procedencias de *E. camaldulensis*, encontró que las de mejor adaptación habían crecido entre 3 y 18 veces más que otras, dependiendo de la ubicación de los ensayos.

Es necesario señalar que también puede existir gran variabilidad en el comportamiento y características de una especie, aún procediendo de una misma área geográfica. Variaciones en altitud, por ejemplo, pueden significar un enorme cambio en cuanto a la resistencia al frío.

Wilcox et al. (1980) analizando distintas familias de *Eucalyptus regnans*, encontraron que plantas obtenidas de semillas procedentes de Mt. Erica, Victoria, eran las de mayor y las de menor resistencia al frío, según la altitud a que se encontraban los árboles padres. La semilla cosechada entre los 990 y los 1100 m de altitud produjo los árboles de mayor resistencia; en cambio la cosechada a 370 m, dió origen a los árboles más dañados por el frío.

Esta variabilidad, que puede ser perjudicial para el forestador que solicita semilla de cierta procedencia, es fundamental para un programa de mejoramiento genético. Una población que en promedio sea buena respecto de la característica que se quiere mejorar y que tenga una gran variación genética, será la base ideal

para obtener la máxima ganancia.

A pesar de estas variaciones, la selección de la procedencia adecuada es de gran importancia y puede constituir una considerable ganancia genética.

Selección de procedencias para algunas especies de Eucaliptus en Chile

La investigación sobre procedencias de especies del género Eucalyptus en Chile es bastante reciente. Los resultados, aún cuando han sido obtenidos entre 3 y 4 años después del establecimiento de los ensayos, en algunos casos muestran tendencias tan claras en relación al comportamiento de las procedencias, que ya se puede tomar una decisión segura.

Barros (1988) y Prado (1988) analizan procedencias de varias especies del género Eucalyptus. Los resultados de estas investigaciones se resumen a continuación.

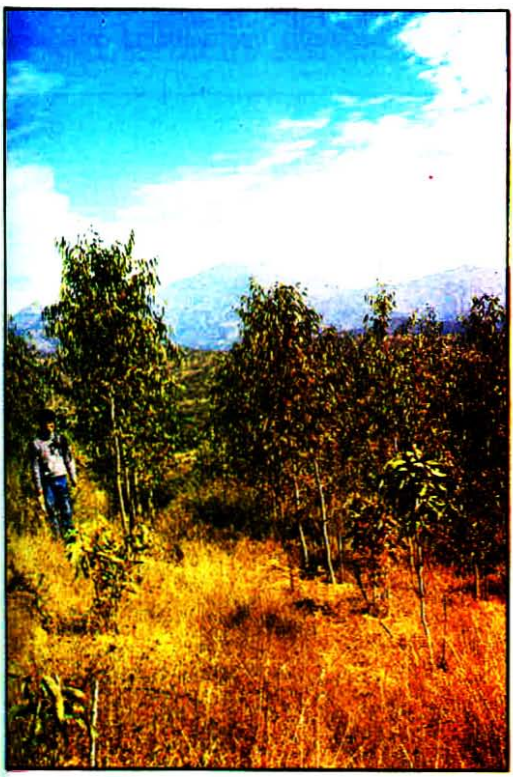


FOTO V-4: Procedencias *E. camaldulensis* 4 años de edad. Casablanca, V Región. Primer plano: Fitzroy River, Western Australia. Al fondo: Lake Albacutya, Victoria.

Eucalyptus camaldulensis

Los resultados obtenidos con esta especie son realmente consistentes. Las procedencias de Lake Albacutya, en Victoria, presentan una adaptación y crecimiento muy superior al de otras procedencias (Barros, 1988). Estos resultados coinciden con los obtenidos en otros países con climas mediterráneos, en donde la procedencia Lake Albacutya también muestra un comportamiento superior (Lacaze, 1978; Bellefontaine et al., 1979).

Eucalyptus globulus ssp. globulus

Para esta especie no resulta fácil determinar áreas que originen semillas consistentemente superiores. Los ensayos realizados indican que varias procedencias de Tasmania dan buenos resultados :

Gt. Musselroe River, Tas. 41°05' LS 148°10' LE
Franklin, Tas. 43°05' LS 147°00' LE
Macquarie Harbour, Tas. 42°20' LS 145°30' LE

La procedencia "local" que crece en la provincia de Ñuble, constituye una buena fuente de semilla para la zona costera de la VII Región, superando a las otras procedencias ensayadas.

La procedencia "Colcura" no entregó buenos resultados, pero una variación en el método de producción de las plantas impide obtener una conclusión confiable (Prado, 1988).

Es necesario establecer nuevos ensayos de procedencias con esta subespecie, incluyendo las poblaciones de Victoria, que hasta el momento no han sido ensayadas, y que considerando la similitud climática, deberían ser las que entreguen los mejores resultados.

Eucalyptus globulus ssp. bicostata

Los resultados obtenidos hasta el momento

INFOR

no permiten obtener conclusiones definitivas en relación a las procedencias de esta subespecie. Los mejores resultados corresponden a las procedencias :

Rylstone, N.S.W. 32°36' LS 149°35' LE
Mansfield, Vic. 37°03' LS 146°20' LE

Eucalyptus globulus ssp. maidenii

La información obtenida en relación a esta subespecie indica que no existen diferencias significativas entre las procedencias ensayadas. En un ensayo realizado en Colcura (Costa VIII Región) los mejores resultados corresponden a las procedencias :

Mullica S.Forest, N.S.W. 37°07' LS 149°53' LE
South Coast, N.S.W. 36°13' LS 150°09' LE
Mt. Dromedary, N.S.W. 36°17' LS 150°33' LE

Eucalyptus nitens

De esta especie se ha ensayado una serie bastante completa de procedencias de semilla en diversos lugares entre la VII y la X Región (Prado, 1988).

De estos ensayos se concluye que las mejores procedencias corresponden a aquellas que se encuentran al sur de los 37°LS y entre los 145°y los 147°LE. Dentro de esta área, destacan particularmente las procedencias :

Macalister, Vic. 37°30' LS 146°30' LE
Rubicon, Vic. 37°20' LS 145°50' LE

Las procedencias de New South Wales, en general presentan resultados inferiores, aún cuando existen excepciones. La semilla procedente de Anembo, N.S.W. (35°52' LS - 149°30' LE) presenta los mejores resultados en ensayos instalados en la VIII y X Región.

Eucalyptus regnans

Los resultados obtenidos hasta el momento permiten sugerir que la zona centro-sur de Tasmania sería una buena fuente de semillas



FOTO V-5: Parcelas de procedencias de *E. nitens.* Jauja, VII Región

INFOR

para la forestación con esta especie en Chile (Prado, 1988).

En la zona costera de Arauco los mejores resultados corresponden a la procedencia Levendale, Tas., (42°31' LS; 147°33' LE). En la costa de la VII Región, la semilla procedente de Collinsvale, Tas., (42°50' LS; 147°10' LE) presentó la mejor adaptación y crecimiento.

Para otras especies recomendadas para la forestación en Chile (*E. cladocalyx, E. delegatensis, E. fastigata, E. sideroxylon, E. viminalis*) aún no se ha obtenido información de los ensayos instalados.

Si se desea forestar con alguna de estas especies, lo más recomendable es solicitar semillas de áreas con condiciones lo más semejantes posibles al área de forestación. Esto aumenta la probabilidad de éxito, aún cuando no la asegura.

Referencias

Barros, S. 1988. Adaptación de Diversas Procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus* en la Zona Semiárida Chilena. En : Actas Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus - 9 y 10 de Junio 1988, Viña del Mar, Chile - Corporación de Fomento de la Producción - Instituto Forestal, II, 31 p.

Bellefontaine, R., Raggabi, M. et Nanson, A. 1979. Experience Internationale d'origines D'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Dispositif de Sidi Slimane (Maroc) Ann. de la Recherche Forestiere au Maroc. p. 339 - 398.

Biddiscombe, E.F.; A.L. Rogers; E. A.N. Greenwood and E. S. De Boer. 1981. Establishment and Early Growth of Species in Farm Plantations near Salt Seeps. Aust. J. Ecology Vol. 6: 383-389.

Biddiscombe, E.F., A.L. Rogers, E.A.N. Greenwood and E.S. De Boer. 1985. Growth of Tree Species near Salt Seeps, as Estimated by Leaf Area, Crown Volume and Height. Aust. For. Res. Vol. 15 : 141 - 54.

Blake, T.J. 1981. Salt Tolerance of Eucalyptus Species Grown in Saline Solution Culture. Aust. For. Res. Vol. 11 : 179 -83.

Boland, D.J., M.I. Brooker, G.M. Chippendale, N. Hall et al. 1984. Forest Trees of Australia. Nelson - CSIRO - Australia. 687 p.

Chavasse, C.G.R. 1980. Planting Stock Quality : A Review of Factors Affecting Perfomance. N.Z. J. For. Vol. 25 (2) : 144-171.

Evans, J. 1983. Choice of Eucalypt Species and Provenances in Cold Temperate Atlantic Climates. En: Exposés, Colloque International sur les Eucalyptus Résistants au Froid. IUFRO, 26-30 Sept. 1983, Bordeaux, France. p. 255-274.

FAO. 1979. Eucalypts for Planting. FAO Forestry Series N°11. Roma. 677 p.

Hall, N., R.D. Johnston and G.M. Chippendale. 1970. Forest Trees of Australia. Department of National Development. Forestry and Timber Bureau Australian Government Publishing Service. Canberra, Australia. 334 p.

Hardwood, C.E. 1983. Studies on Eucalypts Frost Résistance in a Sub-alpine Frost Hollow. En: Exposés, Colloque International sur les Eucalyptus Résistants au Froid. IUFRO, 26 - 30 Sept. 1983, Bordeaux, France. p : 126 - 144.

Hillis, W.E. and A.G. Brown (Eds). 1978. Eucalypts for Wood Production. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia. 434 p.

INFOR

INFOR - CORFO. 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. (Gerencia de Desarrollo AF 86/32). Santiago, Chile. 168 p.

Keenan, R.J. and S. Candy. 1983. Growth of Young *Eucalyptus delegatensis* in Relation to Variation in Site Factors. Aust. For. Res. Vol. 13: 197-205.

Lacaze, J.F. 1978. Study of the Ecological Adaptation of Eucalyptus: A Study of Provenances of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (FAO, Project N°6) In: D.G. Nikles, J. Burley and R. Barnes. Proceedings of a Joint IUFRO Workshop on Progress and Problems of Genetic Improvement of Tropical Forest Trees. Brisbane, Queensland, Australia. 4-7 April 1977. Vol. 2. pp. 979 - 994.

Martin, B. 1983. La Résistance au Froid des Eucalyptus; Especies et Provenance pour les Climats Méditerranéens. En : Exposés Colloque International sur les Eucalyptus Résistants au Froid. IUFRO 26-30 Sept. 1983. Bordeaux, France. p. 155-173.

Paton, D.M. 1983. Phisiology of Frost Résistance in Eucalyptus. En : Exposés, Colloque International sur les Eucalyptus Résistants au Froid. IUFRO, 26-30 Sept. 1983. Bordeaux, France. p. 107 - 125.

Poynton, R.J. 1979. Tree Planting in Southern Africa. Vol. 2. The Eucalypts. Department of Forestry. Republic of South Africa. 882 p.

Prado, J.A. 1988. Selección de Procedencias de Varias Especies del Género Eucalyptus para la Zona Centro-Sur de Chile. En Actas : Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus. 9-10 Junio 1988, Viña del Mar, Chile. Corporación de Fomento de la Producción - Instituto Forestal I, 33 p.

Prado, J.A. y P. Rojas. 1987. Preparación del Sitio y Fertilización en el Establecimiento de Plantaciones de *Eucalyptus globulus* en la Zona Semiárida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal, Vol. 1 (1) : 17-27.

Rogers, A.L. 1985. Foliar Salt in Eucalyptus Species. Aust. For. Res. Vol. 15 : 9-16.

Rook, D.A., M.D. Wilcox, D.G. Holden and I.J. Warrington. 1980. Provenance Variation in Frost Tolerance of *Eucalyptus regnans*. F. Muell. Aust. For. Res. Vol. 10 : 213 - 238.

Spurr, S.H. y B. V. Barnes. 1980. Forest Ecology. Third Edition. John Wiley & Sons. 687 p.

Tibbits, W.N. and J.B. Reid. 1987. Frost Résistance in *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden : Genetic and Seasonal Aspects of Variation. Aust. For. Res. Vol. 17 : 29-47.

Wilcox, M.D. 1982. Preliminary Selection of Suitable Provenances of *Eucalyptus regnans* for New Zealand. N.Z.J. For. Sci. 12 (3) : 468 - 479.

Wilcox, M.D., T. Faulds, T.G. Vincent and B.R. Poole. 1980. Genetic Variation in Frost Tolerance among Open-pollinated Families of *Eucalyptus regnans*. F. Muell. Aust. For. Res. Vol. 10 : 169 - 184.

INFOR

CAPITULO VI

ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

José Antonio Prado D.

Introducción

La plantación es, sin duda, el momento más crítico para la planta, la cual es trasladada desde el ambiente protegido del vivero al lugar definitivo, en donde estará sometida a una fuerte competencia por el agua y los nutrientes disponibles en el suelo; a períodos prolongados de sequía; al efecto del viento y a otra serie de factores físicos y bióticos que harán difícil su establecimiento.

Para que la planta logre superar con éxito esta etapa, es fundamental el empleo de las técnicas de establecimiento adecuadas a las condiciones del sitio en donde se pretende establecer la plantación.

En general, se puede decir que las técnicas de establecimiento están relacionadas con los niveles de precipitación del lugar que se desea plantar. En áreas de baja precipitación, donde el medio ambiente impone condiciones difíciles para las plantas, las tecnicas de establecimiento son más difíciles de aplicar y por lo tanto más costosas. La producción de plantas normalmente debe hacerse en macetas y la preparación del sitio debe ser intensiva. A esto deben agregarse cuidados posteriores, tales como riego, control de la competencia, control de daños por animales u otros agentes.

En áreas de mucha precipitación el establecimiento también presenta problemas, ya que normalmente existe una fuerte competencia entre la abundante vegetación natural y los Eucalyptus que se quiere establecer.

Las técnicas de plantación son muy variadas y no sólo dependen del monto de precipitación existente en el área, si no que de muchos otros factores, entre los que se pueden mencionar la topografía, las condiciones del suelo, la vegetación existente, la pedregosidad y aún condiciones ajenas al establecimiento mismo de las plantas, como son las condiciones socioeconómicas imperantes en el área en donde se realiza la forestación, ya que esto puede afectar la disponibilidad y costo de mano de obra.

En Chile, en donde las condiciones de sitio son tan variadas, son muchas las alternativas de establecimiento que podrían emplearse. A continuación se analizan las que parecen más adecuadas para la plantación de especies de Eucalyptus, en las diversas zonas del país.

Preparación del Sitio

La preparación del sitio para la plantación es un factor de gran importancia, ya que de ella depende, en gran medida, la supervivencia de la plantación, su crecimiento inicial y en consecuencia, la futura densidad y homogeneidad del rodal.

Las especies del género Eucalyptus son, en general, muy susceptibles a la competencia, especialmente del pasto, y requieren un adecuado tratamiento en el suelo para un buen desarrollo inicial de sus raíces. Por lo tanto, mientras mejor sea la preparación del sitio, mejores serán los resultados de establecimiento y crecimiento del rodal. El mayor gasto que implica una preparación de sitio más intensiva es ampliamente justificado por los dividendos que pueden obtenerse de un rodal denso, uniforme y sano.

Como preparación del sitio se consideran los procesos de limpia, tratamiento al suelo y control de la competencia.

Limpia

Previo a la plantación de cualquier especie de Eucalyptus, es necesario limpiar el terreno, si éste está cubierto con vegetación arbórea o arbustiva.

INFOR

Dependiendo del tipo de vegetación existente y de la topografía del lugar, la limpia podrá hacerse empleando herramientas manuales (hachas, motosierras) o maquinaria más pesada ("Bulldozers"). Este último método rara vez se emplea en Chile, pero es muy usado en países en donde la mano de obra tiene un mayor costo.

La quema después de la limpia es una práctica bastante común, ya que la eliminación de casi la totalidad del material leñoso facilita las labores de plantación, produce un buen control de la competencia y libera gran cantidad de nutrientes que son aprovechados por las plantas. La quema, normalmente facilita un buen establecimiento y desarrollo inicial de las plantaciones y reduce el peligro de incendios, al eliminar los desechos de la limpia. La quema, sin embargo, tiene efectos negativos, ya que daña los microorganismos del suelo; produce importantes pérdidas de materia orgánica y de nutrientes por volatilización, arrastre de cenizas y lixiviación y deja el suelo muy expuesto a la erosión, lo cual sin duda afecta la productividad del sitio en el largo plazo. Por lo tanto, cuando los desechos son manejables y por su cantidad no constituyen un gran aumento en el peligro de incendios, pueden apilarse en fajas, evitándose la quema.

En sectores de fuerte pendiente, o en lugares en donde el viento es frecuente e intenso, puede ser recomendable realizar una limpia en fajas, como medida de protección del suelo, en el primer caso, y como una manera de proteger la plantación, en el segundo.

En zonas áridas, en donde existe una vegetación escasa, la limpia generalizada puede no ser necesaria. Solo basta con eliminar la vegetación que está compitiendo directamente con los Eucalyptus. La vegetación restante puede servir de protección contra el viento y animales. La experiencia indica que cuando queda algo de vegetación natural se reduce el daño causado por liebres y conejos.

Preparación del suelo

La preparación del suelo es uno de los factores fundamentales en el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus, especialmente en zonas áridas y semiáridas, en donde se encuentran suelos delgados, erosionados y de escasa fertilidad. Cuando las condiciones de sitio son más favorables, y el establecimiento se hace en suelos forestales profundos y de texturas medias a livianas, el tratamiento al suelo pierde importancia relativa, en relación a otros tratamientos, por ejemplo el control de la competencia. A pesar de esto, un adecuado tratamiento al suelo siempre tendrá un efecto positivo en la plantación, ya que favorece el desarrollo radicular de las plantas, facilita la infiltración de agua en el suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y disminuye la competencia producida por la vegetación existente en el lugar de plantación.

Como se mencionó anteriormente, en zonas áridas y semiáridas la preparación del suelo puede ser un factor fundamental en el éxito de la plantación. A continuación se describen y analizan los métodos más empleados en el país y otros, que aunque poco empleados, parecen ser los más recomendables para ciertas condiciones.

Hoyadura

La hoyadura ha sido un método ampliamente usado para el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus. La efectividad de este método depende, en gran medida, del tamaño de los hoyos y de las condiciones del sitio en donde se realiza la plantación.

En zonas secas, con precipitaciones inferiores a los 400 mm anuales, el hoyo de 30 x 30 x 30 cm, que es el tamaño típico del hoyo de plantación, es un tratamiento de suelo insuficiente, aún cuando acompañado de un efectivo control de la competencia, puede producir supervivencias aceptables (Prado y Rojas, 1987). En la medida que las condiciones de sitio mejoran, especialmente por una mayor precipitación, este tratamiento se hace más efectivo.

La hoyadura es un método de preparación de suelo que puede tener variaciones, especialmente en el volumen de tierra removida. El hacer hoyos de gran tamaño (50 x 50 x 50 cm) puede favorecer el prendimiento y desarrollo de las plantas, pero es un tratamiento de alto costo. Por esta razón es preferible reemplazarlo por alguno de los métodos descritos más adelante, siempre que las condiciones del sitio lo permitan.

INFOR

En sitios con mucha pendiente o muy pedregosos, en donde no es posible el uso de maquinarias, deberá emplearse este sistema. Para hacerlo realmente efectivo se recomienda remover el terreno alrededor del hoyo de plantación, en un diámetro de al menos 1 metro. Según Schönau et al. (1981), se ha demostrado que el diámetro del hoyo es más importante que su profundidad. Esto resulta más efectivo que hacer pequeños "canales colectores" que convergen hacia el hoyo de plantación, método que se ha empleado en algunas plantaciones forestales en la zona semiárida del país. En todo caso ambos tratamientos no son excluyentes.

No se recomienda hacer hoyaduras para plantación con maquinaria (motoperforadora con barreno) ya que se produce compactación lateral, que dificulta el desarrollo radicular. Además, estos equipos no resultan eficientes en suelos secos o pedregosos.



FOTO VI-1: Surco preparado con arado de discos. Illapel, IV Región.

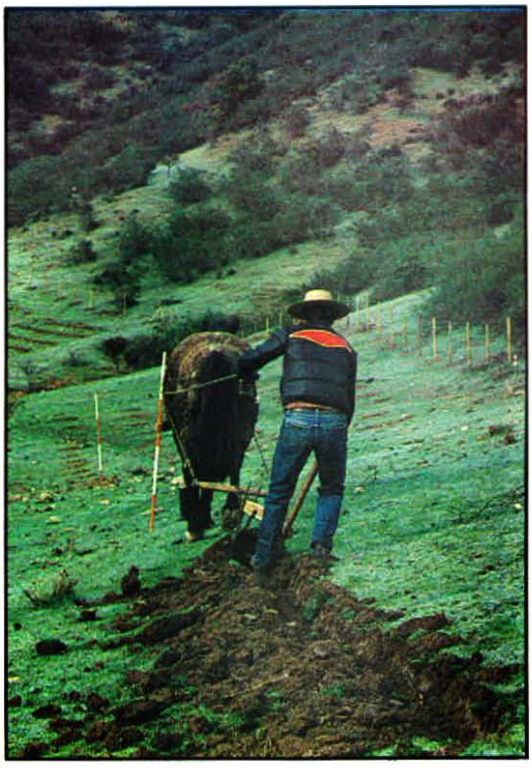


FOTO VI-2: Surco preparado con arado tirado por caballo. Santa Cruz, VI Región.

Surcos

Donde las condiciones de topografía y suelo lo permiten, los surcos en curvas de nivel pueden ser un tratamiento de suelo adecuado para el establecimiento de Eucalyptus. El arado elimina la vegetación herbácea competidora y forma una pequeña terraza, que colecta el agua de escurrimiento.

El éxito de este tratamiento depende de la profundidad y ancho del surco. En zonas de suelos compactos y escasa precipitación un surco realizado con un arado liviano, tirado por bueyes o caballos, normalmente constituye un tratamiento insuficiente. El surco, para que sea efectivo en lo posible debe realizarse, con un arado de 2 discos, tirado por un tractor. Este tratamiento ha dado buenos resultados en el establecimiento de *Eucalyptus globulus* en la zona semiárida de Chile (Prado y Rojas, 1987) y *E. camaldulensis,* en la zona árida (Wrann e Infante, 1988).