

No. 204

MANUAL DE SILVICULTURA

REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

IVARZO DE 1991

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

(JICA)

FDD
AVR
0108

JICA LIBRARY



1110858(6)

MANUAL DE SILVICULTURA

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

MARZO DE 1991

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

(J I C A)

国際協力事業団

25827

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República Oriental del Uruguay, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio concerniente al desarrollo del Plan Quinquenal de Forestación Nacional, encomendando dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

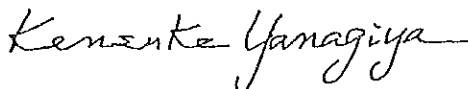
JICA envió al Uruguay, por tres veces, una misión de estudio, dirigida por el Sr. Jiro Namura, Director Ejecutivo de la Asociación de Asesoría Forestal para el Extranjero, entre el 25 de octubre de 1989 y el 20 de marzo de 1991.

La misión mantuvo discusiones con los funcionarios relacionados del Gobierno del Uruguay y realizó estudios sobre el terreno. A su regreso al Japón, amplió los estudios y preparó el presente informe.

Esperamos que este informe contribuya al desarrollo del Plan al estrechamiento de las relaciones de amistad entre nuestros dos países.

Desco expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas relacionadas, por la gran cooperación ofrecida a la misión.

Marzo de 1991



Kensuke Yanagiya
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

ÍNDICE

1.	Plantación de Árboles	1
1.1	Determinación de Especies	1
1.1.1	Especies de Árboles Plantados en Uruguay	1
1.1.2	Características de las Especies para Plantación	2
1.1.3	Condiciones para la Plantación de Árboles	13
1.1.3.1	Condiciones Climáticas	13
1.1.3.2	Condiciones del Suelo	14
1.1.3.3	Condiciones de Manejo	15
1.2	Incentivos para la Plantación de Árboles	16
1.3	Semillas y Plantas	18
1.3.1	Preparación de Semillas y Plantas, Cultivo de Árboles	18
1.3.2	Manejo de Semillas	20
1.3.3	Establecimiento del Vivero	22
1.3.4	Prácticas de Vivero	34
1.3.5.	Costo de Plantas	39
1.4	Preparación del Terreno	44
1.4.1	Trabajos para la Preparación del Terreno	44
1.4.2	Costos de Preparación de la Tierra	45
1.5	Plantación y Regeneración	46
1.5.1	Plantación	46
1.5.2	Regeneración por Rebrote	48
1.5.3	Costo de Regeneración	49
1.6	Mantenimiento	52
1.6.1	Deshierbe	52
1.6.2	Manejo	54
1.6.3	Costo de Mantenimiento	55
1.7	Protección	57
1.7.1	Control de Plagas	57
1.7.2	Control de Incendios	59
1.7.3	Costo de Protección	60

1.8	Raleo	62
1.8.1	Trabajos de Raleo	62
1.8.2	Costo de Raleo	66
2.	Operación de Explotación	70
2.1	Definición de la Operación de Explotación	70
2.2	Plan de Explotación	71
2.2.1	Reunión de Datos	71
2.2.2	Estudio sobre el terreno	73
2.2.3	Determinación de un Sistema de Operación	73
2.2.4	Trazado de Diferentes Planes	74
2.3	Ejecución de la Operación de Explotación	74
2.3.1	Tala y Trozado	74
2.3.2	Arrastre	86
2.4	Transporte de Rollos	90
2.4.1	Transporte por Camión	90
2.4.2	Transporte por Ferrocarril	92
2.4.3	Costos de Transporte	93
3.	Manejo Forestal	95
3.1	Sistema de Manejo Forestal	95
3.1.1	Tipos de Manejo Forestal	95
3.1.2	Plan de Manejo Forestal	96
3.2	Medición de los Árboles	98
3.2.1	Medición de Árboles	98
3.2.2	Medición de Rollos	104
3.2.3	Tabla de Volumen de Madera	106
3.2.4	Tabla de Producción	107
4.	Utilización de la Madera	110
4.1	Usos de la Madera por Especies	110
4.1.1	Usos del Eucalipto	110
4.1.2	Usos del Pino	112
4.1.3	Usos del Álamo y Sauce	113

4.2	Guías para la Utilización de la Madera	113
4.2.1	Usos por Especies y Diámetro	113
4.2.2	Factores para Madera Material por Uso	115
4.2.3	Unidades de Comercialización de Madera	116
4.2.4	Consumo Unitario de Madera	117
4.2.5	Peso Volumétrico por Especies	118
4.2.6	Precios de la Madera como Materia Prima	119
5.	Modelo de Costos/Beneficios de Plantación	124

Apéndices

1. Plantación de Árboles

1.1 Determinación de Especies

1.1.1 Especies de Árboles Plantados en Uruguay

Las especies de árboles plantados para producción de madera en Uruguay son las siguientes:

- eucalipto blanco

- 1) *Eucalyptus globulus* subsp *glóbulus* hay muchos en el Sur
- 2) *E. globulus* subsp. *maidenii* pocos
- 3) *E. dunii* raros

- eucalipto rosado

- 4) *E. grandis* mayor parte
- 5) *E. saligna* pocos
- 6) *E. viminalis* pocos

- eucalipto colorado

- 7) *E. camaldulensis* (*E. rostrata*) muchos
- 8) *E. botryoides* raros

- pino

- 9) *Pinus taeda* muchos
- 10) *P. elliottii* muchos
- 11) *P. pinaster* muchos en la costa
- 12) *P. radiata* pocos, el crecimiento es pobre

- álamo y sauce

- 13) *Populus deltoides*, híbridos 63/51 plantados en terrenos bajos y húmedos
- Salix alba* var. *coerulea*, híbridos 131-25, 131-27 vea lo anterior

De entre dichas especies, los números 1), 2), 4), 5), 9), 10), 11), 12), 13) y 14) tienen incentivos gubernamentales para fomentar su plantación (especies prioritarias).

Además de ellas, son plantadas como árboles para avenidas, rompeviento y bosque de protección más que para la producción de madera las especies siguientes:

- *Eucalyptus tereticornis* (*umbellata*) bosques de protección de ganado, también usados para madera aserrada y para combustión
- *E. robusta* vea lo anterior
- *Cupressus* spp. árboles para avenida y jardín y madera aserrada
- *Casuarina* spp. árboles para avenida y jardín rompeviento
- *Fraxinus* spp. árboles para avenida
- *Platanus* spp. vea lo anterior y también se utilizan para madera aserrada
- *Acacia* spp. bosque de protección
- *Melia azedarach* árboles para avenida y jardín

- *Taxodium distichum* árboles para jardín en terreno pantanoso

1.1.2 Características de las Especies para Plantación

1) *Eucalyptus globulus* subsp. *globulus*

- Origen

Esta especie es originaria de las áreas costeras de Victoria y Tasmania, Australia. Los árboles de dicha especie se encuentran distribuidos entre 38,5° y 43,5° latitud sur. En cuanto al clima de la especie original, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre 18°C y 23°C, y la temperatura media mínima del mes más frío es 4°C. Los días de helada oscilan de 0 a 5 días. Las precipitaciones anuales oscilan entre 500 mm y 1.500 mm. La época seca dura tres meses o menos, con unas precipitaciones mensuales de 30 mm o menos.

- Características Silviculturales

Esta especie es adecuada para regiones frías (temperatura máxima: unos 33°C). Es resistente contra las heladas (temperatura mínima: alrededor de -1°C). Tolerante una sequía de unos 500 mm de precipitaciones anuales.

Aunque una capa de suelo profunda y bien drenada es ideal, esta especie también crece bien en suelo arenoso y suelo arcilloso.

En Uruguay se han plantado árboles de esta especie desde los años 50. Su crecimiento es ligeramente inferior al de *E. grandis*. Los sitios apropiados para la plantación en Uruguay se encuentran en las partes centrales y del sur, y dicha especie está adaptada a áreas arenosas de la costa o de los ríos. Los datos de evaluación de crecimiento se muestran en los Apéndices 3.1, 3.2 y 3.5.

El fuste es recto y crece hasta 50 m. La corteza es gris y la parte superior del fuste es suave, mientras que la parte inferior es áspera. El ganado no come sus hojas.

Las semillas son ligeramente alargadas y el número efectivo de semillas por gramo es de unas 50 piezas aproximadamente.

- Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es de color amarillo claro y la densidad de la madera seca al aire oscila entre 0,55 y 0,78. Los anillos anuales son muy claros. La durabilidad de la madera es media. Se utiliza principalmente para madera aserrada, postes y pasta para papel. También se utiliza para tablas duras, madera contrachapada y madera para combustión. La rajadura de la madera aserrada es menor que en el caso de *E. camaldulensis*.

2) *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii*

- Origen

Esta especie es originaria de Nuevo Gales de Sur y del norte de Victoria, Australia. Los árboles de dicha especie se encuentran entre los 34° y 39° latitud sur, más al norte que la ya mencionada subsp. *globulus*.

En cuanto al clima de la especie original, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre los 21°C y 25°C, y la temperatura media mínima del mes más frío es 5°C. Aunque es originaria de una región más cálida que la subsp. *globulus*, los días de helada son de 20 o más. Las precipitaciones anuales oscilan entre 750 mm y 1.500 mm. y la época seca dura tres meses.

- Características Silviculturales

Aunque los sitios apropiados para plantación son casi idénticos a los de la subsp. *globulus*, esta especie parece ser adecuada para climas ligeramente interiores y por lo tanto a la parte central de Uruguay. Los datos de evaluación del crecimiento se muestran en los Apéndices 3.1 y 3.2. Se dice que esta especie es más tolerable a los suelos áridos que las subsp. *globulus*. El número efectivo de semillas por gramo es de 110 aproximadamente.

- Propiedades de la Madera y su Utilización

Las características de esta especie son casi idénticas a las de subsp. *globulus*.

3) *Eucalyptus dunii*

- Origen

Esta especie es originaria del sureste de Queensland y del noreste de Nuevo Gales, Australia. Los árboles de dicha especie se encuentran distribuidos entre 28° y 30° latitud sur.

En cuanto al clima de la especie original, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre 27°C y 29°C, y la temperatura media mínima del mes más frío es 8°C. Las heladas son escasas y débiles. Las precipitaciones anuales oscilan entre 1.000 mm y 1.500 mm. La época seca dura tres meses (invierno).

- Características Silviculturales

Los árboles jóvenes crecen rápido y el crecimiento en altura es especialmente vigoroso. Se dice que el crecimiento en altura es mayor que el de *E. grandis*, con resistencia a la sequía ligeramente inferior. Un clima de lluvias estivales con precipitaciones anuales de 1.200 mm o más es preferible. Aunque la resistencia contra las heladas es igualmente ligeramente inferior, el daño de heladas lo evita el vigoroso crecimiento en altura después de la plantación. El fuste es recto y

crece hasta 50 m. La corteza es blanquecina y suave, aunque áspera cerca de la raíz. Cuando se planten árboles de esta especie en la parte central del interior de Uruguay, deberá tenerse mucho cuidado de no plantarla en lugares donde se concentran las heladas. Esta especie tiene menos semillación. El número efectivo de semillas es de unas 300. No es una especie designada como prioritaria por la Dirección Forestal de Uruguay, sino que es una especie promisorias para plantación.

– Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es blanca y su durabilidad es baja. Es adecuada para madera aserrada y para pasta para papel.

4) *Eucalyptus grandis*

– Origen

Esta especie se encuentra distribuida principalmente en las áreas costeras del sur de Queensland y norte de Nuevo Gales del Sur y aisladamente en el centro y norte de Queensland, Australia entre los 26° y 32° latitud sur.

En cuanto al clima de la especie original, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre 29°C y 32°C, y la temperatura media mínima del mes más frío es 5°C o 6°C. Los días de helada son escasos. Las precipitaciones anuales oscilan entre 1.000 mm y 1.750 mm. La época seca dura tres meses (invierno).

– Características Silviculturales

De entre todas las especies de eucalipto, dicha especie es la más plantada en todo el mundo. Es excelente en crecimiento, forma de árbol y calidad de la madera. Es, no obstante, ligeramente vulnerable a las heladas y a la sequía.

Los sitios apropiados para plantación son zonas semitropicales con precipitaciones anuales de 1.000 mm o más, y zonas templadas con precipitaciones anuales de 700 mm o más. El suelo debe ser ligero, bien drenado y franco, profundo, aunque franco arcilloso también es adecuado. Deberán evitarse áreas con muchas heladas o sumamente secas. Esta especie generalmente crece más que *E. globulus*. Los datos de evaluación del crecimiento en Uruguay se muestran en los Apéndices 3.1 a 3.3, y 3.5. El fuste es recto y crece hasta 50 m. La corteza es brillante y gris y la parte superior del fuste es suave, mientras que la parte inferior es áspera. Las semillas son finas, y el número efectivo de semillas por gramo es de unas 630 aproximadamente.

– Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es de color rosado brillante. La densidad de la madera seca al aire oscila entre 0,48 y 0,64 y es ligeramente liviana y suave comparada con la de otras especies de eucalipto. La madera aserrada de árboles

jóvenes se dobla con facilidad. Suele utilizarse para madera aserrada (incluidos aberturas, muebles, madera para cajas y palets), postes y madera para pasta de papel, como asimismo en contrachapado y para combustión.

5) *Eucalyptus saligna*

– Origen

Los árboles de esta especie se encuentran distribuidos por el sur de Queensland y Nuevo Gales del Sur, Australia, entre los 28° y 35° latitud sur; más al sur que el ya mencionado *E. grandis*.

En cuanto al clima de la especie original, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre 28°C y 30°C, y la temperatura media mínima del mes más frío es de 3°C a 4°C. Los días de heladas oscilan de 5 a 15 días. Las precipitaciones anuales oscilan entre 800 mm y 1.200 mm. La época seca dura tres meses (invierno). Los árboles se encuentran distribuidos en áreas con temperaturas ligeramente inferiores y con menos precipitaciones que la *E. grandis*.

– Características Silviculturales

Los sitios apropiados para plantación son casi idénticos a los de la mencionada *E. grandis*. *E. saligna* es ligeramente más resistente contra las heladas y sequía que *E. grandis*. Los datos de evaluación del crecimiento en Uruguay se muestran en el Apéndice 3.1. El número efectivo de semillas por gramo es de 500 aproximadamente.

– Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie tiene casi la misma característica que la de *E. grandis*. Es ligeramente más pesada y dura que la de *E. grandis*, pero la madera aserrada muestra más rajaduras, combadura y contracción. Su durabilidad es media. La madera seca de *E. saligna* es más vulnerable a daños por *Lyctus* spp. que la de *E. grandis*.

De lo que se deduce que el *E. saligna* es ligeramente inferior al *E. grandis* desde el punto de vista de la madera aserrada.

6) *Eucalyptus viminalis*

– Origen

Los árboles de esta especie crecen en algunas áreas de Queensland, y Gales del Sur y Tasmania, Australia, entre 28,5° y 43,5° latitud sur.

En cuanto al clima de la especie original es moderadamente frío, o sea, la temperatura media máxima del mes más cálido es 21°C, y la temperatura media mínima del mes más frío es de 1°C a 4°C. Los días de helada llegan a ser de

60 en algunas áreas. Las precipitaciones anuales oscilan entre 625 mm y 1.400 mm. y la época seca dura cuatro meses.

- Características Silviculturales

Los sitios apropiados para plantación son en climas moderadamente fríos, y suelo arenoso y franco con una capa profunda de tierra. Esta especie tiene más resistencia contra las heladas que ninguna otra especie de eucalipto plantada en Uruguay, siendo adecuada para plantación en áreas en depresión que pueden convertirse en lugares en los que se concentran las heladas. Esta especie crece ligeramente menos que *E. grandis* y que *E. globulus* en la fase inicial. El número efectivo de semillas por gramo es de unas 500 piezas. No es una especie designada como prioritaria por la Dirección Forestal de Uruguay, sino que es una especie promisoría para plantación.

- Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es de color blanco amarillento brillante. La densidad de la madera seca al aire oscila entre 0,43 y 0,70. Su durabilidad es ligeramente baja. Tiene muchas torceduras y grietas debido a la sequía. Dicha especie se utiliza para pasta de papel, tableros de fibra, pisos y aberturas.

7) *Eucalyptus camaldulensis* (*E. rostrata*)

- Origen

Los árboles de esta especie crecen por toda Australia excepto en Tasmania entre los 15° y 38° latitud sur. Como están distribuidos entre zonas tropicales y templadas, se clasifican en variedad del sur (entre los 32° y 38° latitud sur) y variedad del norte desde el punto de vista forestal. Se describirán como especies adecuadas para Uruguay.

En cuanto al clima de la planta originaria de variedad sur, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre 22°C y 30°C, y la temperatura media mínima del mes más frío es de 8°C a 14°C. Los días de helada oscilan entre 0 y 50 días. Las precipitaciones anuales oscilan entre 400 mm y 1.000 mm. La época seca dura de cuatro a seis meses. Las precipitaciones son de tipo invernal.

- Características Silviculturales

Esta especie tiene una gran adaptabilidad a amplia variedad de suelos que van de suelos arenosos a suelos arcillosos, de suelos salinos a suelos ácidos, y de suelo profundo a suelo pedregoso y poco profundo. Resiste el anegamiento estacional, pero requiere suelos bien drenados.

Es una especie altamente resistente tanto a la sequía como a las heladas.

Aunque la rectitud del fuste varía con la variedad, esta especie suele combarse más que *E. grandis*. La corteza es suave, aunque tiene trozos ásperos. La altura

máxima excede 45 m. El número efectivo de semillas por gramo es de unas 770 aproximadamente. Sitios apropiados para la plantación existen por todo el país, especialmente en terreno cascajoso y áreas resistentes a heladas en las partes centrales y del norte.

No es una especie designada como prioritaria por la Dirección Forestal, pero tiene gran valor forestal como especie de protección para el ganado y madera para combustión.

- Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es roja. La densidad de la madera seca al aire es tan pesada que oscila entre 0,7 y 0,9 y la madera es dura. Tiene gran durabilidad y resistencia contra las hormigas.

La madera tarda mucho en secarse. Suele utilizarse para madera aserrada incluidos columnas, vallas, durmiente, pisos, palets y madera para combustión. Es menos valorada como madera para pasta de papel por su coloración.

8) *Eucalyptus botryoides*

- Origen

Esta especie está distribuida por el sur de Nuevo Gales de Sur y áreas costeras de Victoria, Australia entre los 32° y 39,5° latitud sur.

En cuanto al clima de la especie original, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre 23°C y 28°C, y la temperatura media mínima del mes más frío oscila entre 3°C y 10°C. Los días de helada son 20 días o menos. Las precipitaciones anuales oscilan entre 650 mm y 1.000 mm. y la época seca dura de 0 a 2 meses (lluvia de verano o precipitaciones similares)

- Características Silviculturales

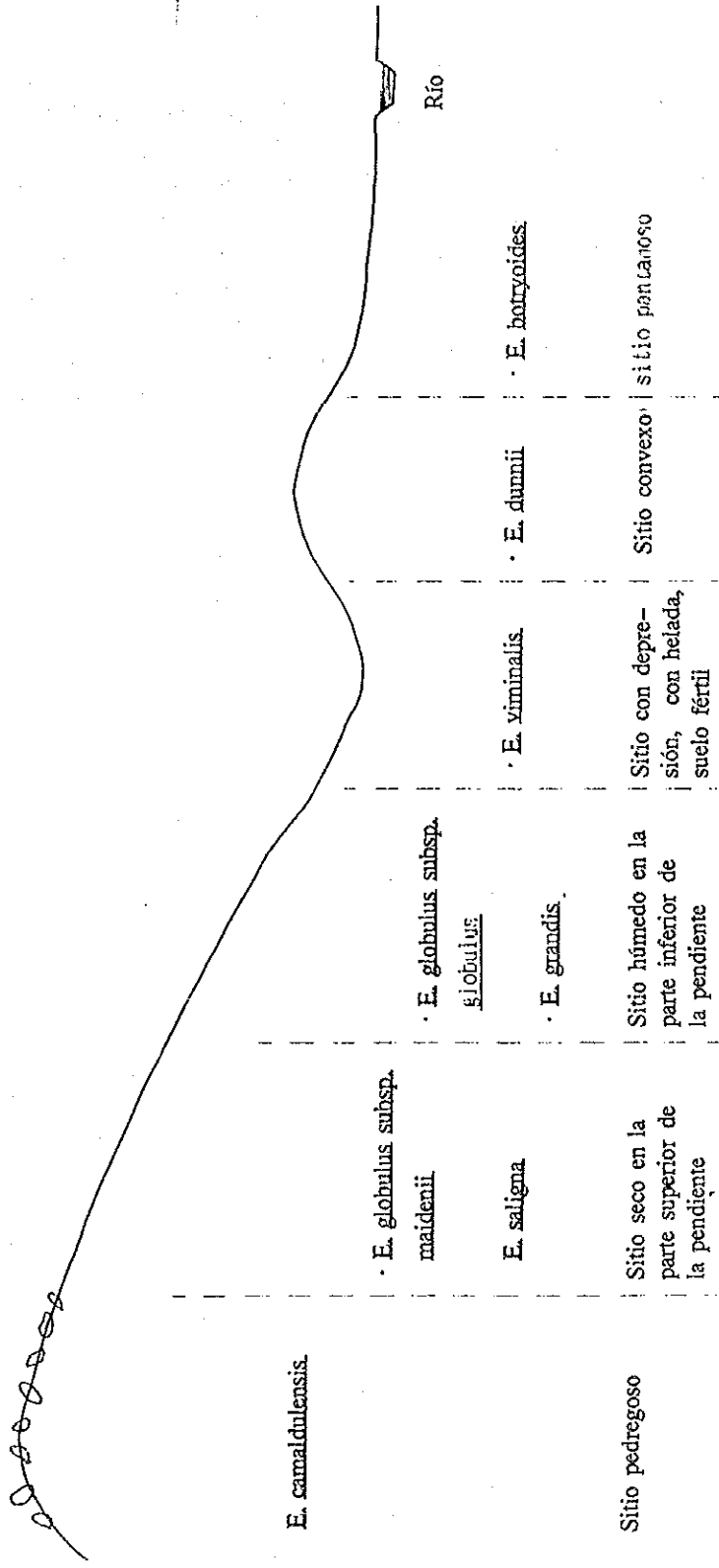
Respecto a la condición del suelo, esta especie es adaptable a una amplia gama de suelos, de suelo arenoso a suelo arcilloso, pero de menor resistencia a la sequía y a las heladas. Resiste bien los vientos, especialmente el viento salino y es adecuada para plantarse en áreas costeras. El número efectivo de semillas por gramo es de 400 aproximadamente. No es una especie designada como prioritaria en Uruguay, pero crece bien sobre costa arenosa.

El fuste es recto y crece hasta un máximo de 30 m o más. Una áspera corteza cubre la parte superior del fuste y a veces las ramas también.

Esta especie es ligeramente inferior a otras especies de eucalipto en regeneración por rebrote.

- **Propiedad de la Madera y su Utilización**

La madera de esta especie es de color marrón rojizo. La densidad de la madera seca al aire oscila entre 0,6 y 0,7, siendo un poco más ligera que la de *E. camaldulensis*. La durabilidad de la madera es media. Su uso es casi el mismo que el de *E. camaldulensis*, pero más ligera, suave y sencilla de procesar. Es adecuada para madera aserrada por su facilidad de secado.



E. camaldulensis.

• *E. globulus subsp. maidenii*

• *E. globulus subsp. globulus*

E. saligna

• *E. grandis*

• *E. viminalis*

• *E. dunnii*

• *E. botryoides*

Sitio pedregoso

Sitio seco en la parte superior de la pendiente

Sitio húmedo en la parte inferior de la pendiente

Sitio con depresión, con helada, suelo fértil

Sitio convexo

Sitio pantanoso

Río

por el Ing. Luis E. Petri Ramos OS

MEIZEN y SENA S.A.

Fig. 1.1 Eucaliptos para Plantación y Modelos de Sitios Apropriados para Plantación (sur de Uruguay)

9) *Pinus elliottii* var. *elliottii* (pino del incienso)

- Origen

Existen dos variedades, var. *elliottii* y var. *densa*. La primera es originaria de llanura costera en la parte del sudeste de los Estados Unidos, y se encuentra distribuida entre los 33° y 28° latitud norte. La última variedad es originaria de la mitad sur de Florida, más al sur que la primera variedad y se encuentra distribuida entre los 28° y 25° latitud norte. A continuación se describirá la primera. Respecto al clima de la planta originaria, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre los 23°C y 32°C y la temperatura media mínima del mes más frío oscila entre 4°C y 12°C. Las precipitaciones anuales oscilan entre 650 mm y 2.500 mm. La época seca dura de dos a cuatro meses (lluvia de tipo de verano)

- Características Silviculturales

Esta especie es un pino de dos o tres acículas. La corteza es gruesa y muestra grietas profundas. Es resistente a las heladas. También lo es contra los vientos salinos. Resiste bien la sequía del invierno. Los suelos franco arenoso y franco son apropiados para esta especie que crece incluso en terreno pedregoso y suelo ácido. Aunque resiste el anegamiento estacional, no es adaptable a terreno pantanoso mal drenado. El número de semillas por gramo es de unas 30 piezas. Sitios apropiados para esta especie en Uruguay existen por todo el país excepto en terrenos pantanosos. No obstante, parece que dicha especie es adaptable a climas ligeramente templados y oceánicos comparado con el *Pinus taeda*. Su crecimiento en Uruguay parece ser ligeramente inferior al del *Pinus taeda*. Los datos de evaluación de crecimiento en este estudio se muestran en los Apéndices 3.1 a 3.3 y 3.5.

- Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es de color amarillo blanquecino (albura) y marrón amarillento brillante (duramen).. La densidad de la madera seca al aire es aproximadamente 0,5. La durabilidad de la madera es media y baja pero fácil de preservar. Su aserrado y secado es igualmente sencillo. Se utiliza como madera para pasta de papel y tipos diversos de postes así como para madera aserrada para la construcción.

10) *Pinus taeda*

- Origen

Esta especie es originaria del sudeste de los EE.UU. y crece entre 30° y 28° latitud norte. Se encuentra distribuida hacia el interior en comparación con el ya mencionado *Pinus elliottii*. Respecto al clima de la planta originaria, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre los 20°C y 25°C la temperatura media mínima del mes más frío oscila entre los 4°C y 18°C.

Las precipitaciones anuales oscilan entre 900 mm y 2.200 mm. La época seca dura de cero a dos meses (lluvia de tipo de verano o precipitación similar)

- Características Silviculturales

Esta especie es un pino tres acículas. Es similar al *Pinus elliottii* en la forma, pero parece ser ligeramente vigoroso. Es un poco menos resistente a la sequía que el *Pinus elliottii*. Aunque se adecua a suelo franco arenoso y franco, prefiere suelos ligeramente húmedo y aguanta el anegamiento estacional. Es adaptable a suelo ligeramente ácido. El número de semillas por gramo es de 35 a 40 aproximadamente. Sitios apropiados para esta especie en Uruguay son los mismos que para el *Pinus elliottii*. Los datos de evaluación de crecimiento en este estudio como se muestran en el Apéndice 3.5. indican que esta especie es ligeramente mejor que el *Pinus elliottii*. Otros datos de evaluación de esta especie se muestran en los Apéndices 3.1 a 3.3.

- Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es tan brillante como la del *Pinus elliottii*. Su durabilidad es baja, pero de fácil preservación, secado y procesamiento. La densidad de la madera seca al aire es aproximadamente 0,5. Su utilización es casi idéntica a la del *Pinus elliottii*.

De acuerdo a la evaluación en aserraderos en Uruguay, el *Pinus taeda* es ligeramente más denso, pero ligeramente menos elástico y su acabado por cepillado es ligeramente inferior al del *Pinus elliottii*.

11) *Pinus pinaster*

- Origen

Esta especie es originaria de las áreas costeras de Italia, Francia, Túnez y Marruccos, y España y Portugal. Se encuentra distribuida entre 32° y 45° latitud norte. Respecto al clima de la planta originaria, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre 21°C y 30°C la temperatura media mínima del mes más frío oscila entre 3°C y 13°C. Las precipitaciones anuales oscilan entre 625 mm y 1.300 mm. La época seca dura de uno a tres meses.

- Características Silviculturales

Esta especie es un pino dos acículas. Prefiere suelo ligero y bien drenado, adaptándose a suelo ácido y poco profundo así como a suelo arenoso. Es resistente al viento salino y contra las heladas. El número de semillas por gramo es de unas 14 a 26 piezas. El incremento medio anual (I.M.A.) en todo el mundo oscila entre 12 y 24 m³/ha/año. Desde hace mucho, árboles de dicha especie se han plantado exclusivamente para fijar las arena en áreas arenosas de costa en Uruguay. Su crecimiento es ligeramente menor que el de *P. taeda* y *P. elliottii*.

Las costas arenosas de Uruguay han producido buenos resultados en la regeneración natural, y es posible realizar corta en fajas alternadas.

- Propiedad de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es brillante e inferior en dureza pero fácil de preservar, secar y procesar. La densidad de la madera seca al aire oscila entre 0,45 y 0,48. Se utiliza para travesaños, madera para cajas, madera para pulpa, estacas y postes. También se utiliza su resina.

12) *Populus deltoides*, híbridos 63/51

- Origen

El *P. deltoides* puro es originario del área del Misuri y del Misisipi en Norte América y se encuentra distribuido entre 30° y 50° latitud norte. Los híbridos 63/51 se produjeron mediante cruce natural en plantaciones en Italia y se estableció como el mejor clon en 1951.

Respecto al clima de la planta originaria, la temperatura media máxima del mes más cálido oscila entre 22°C y 30°C la temperatura media mínima del mes más frío oscila entre 2°C y 12°C. Las precipitaciones anuales oscilan entre 1.200 mm y 3.000 mm. durante el año. La época seca dura de 0 a un mes.

- Características Silviculturales

Esta especie prefiere suelo húmedo, fértil y profundo. A pesar de preferir suelos húmedos, no deberá estancarse el agua. Tolerancia a suelos ácidos débiles. Los árboles de esta especie se plantan en tierras cenagosas formadas de suelo arcilloso y marga en Uruguay.

Al plantar la especie, deberá prestarse atención a la procedencia de las semillas. El número de semillas por gramo es de unas 770. Cuando se siembran en viveros, las semillas deberán cubrirse con tierra para que germinen. Es deseable espaciamiento amplio. El chupón es vigoroso. Los árboles plantados son atacados cualitativamente por insectos perforadores, y se debilitan ante defoliadores y royas de la hoja. El incremento medio anual (I.M.A.) en todo el mundo oscila entre 20 y 40 m³/ha/año. Los datos de evaluación de crecimiento en este estudio se muestran en los Apéndices 3.1 a 3.3 y 3.5.

- Características de Utilización

La madera de esta especie es blanca, ligera y suave. La densidad de la madera seca al aire oscila entre 0,37 y 0,43. Su durabilidad es baja y difícil de preservar. Su secado y procesamiento son sencillos. Se utiliza como para cajones, madera para fósforos, madera de pulpa y contrachapado.

13) *Salix alba* var. *coerulea*, híbridos 131-25, 131-27

- Origen y Características Silviculturales

Dichos híbridos son el mejor clon producido mediante el cruce de *S. alba* italiana y *S. babylonica* rusa.

La *S. alba* pura es de origen europeo excepto en el Norte, del oeste de Asia y de algunas partes del norte de África. *S. alba* es un árbol de tipo alto y crece hasta 30 m. de altura y 1 m en D.A.P. en diversos tipos de suelo. Tolera suelos compactos, húmedos, ácidos o alcalinos. Es adaptable incluso a lugares que no son adecuados para *Populus* por su mal drenaje. Sitios apropiados para plantación son suelos aluviales fértiles bien drenados. Otra especie pura, *S. babylonica* es originaria del Este de Asia, pero se introdujo en Europa en tiempos antiguos. *S. babylonica* es de altura media, tiene ramas colgantes y crece hasta unos 15 m. Los sitios apropiados para la plantación son tan húmedos como los que necesita *S. alba*. *S. babylonica* es relativamente vulnerable al frío.

Los sitios apropiados para híbridos 131-25 y 131-27 como cruces de estas dos especies son tan húmedos como los que necesita esta última especie y prefieren las áreas ribereñas. Son resistentes al frío. Aunque son inferiores a *Populus* en crecimiento y forma, son menos exigentes en lo relativo al suelo que *Populus*. Pueden plantarse mediante corte directo con grandes estacas. La regeneración por rebrote es igualmente posible. Los datos de evaluación de crecimiento en este estudio se muestran en los Apéndices 2.1. y 2.2.

- Propiedades de la Madera y su Utilización

La madera de esta especie es brillante, pero más densa que *Populus*. Aunque dicha especie tiene casi el mismo uso que *Populus*, es menos adecuada y no se utiliza para muebles. Se utiliza como material para tableros de fibra en Uruguay.

1.1.3 Condiciones para la Plantación de Árboles

1.1.3.1 Condiciones Climáticas

El clima de Uruguay como factor de plantación, en términos generales se clasifica en 1) áreas a lo largo del Océano Atlántico/la desembocadura del Río de la Plata y Río Uruguay en el sur y en el este, 2) áreas interiores centrales, y 3) la región en la frontera norte con Brasil.

El clima del área 1) es oceánico y muestra pocas variaciones en temperaturas anuales y diarias. No es muy caluroso en verano ni es muy frío en invierno. Las precipitaciones son bajas en comparación con otras áreas. Deberá tenerse cuidado para evitar daños por vientos fuertes del sur y lluvias fuertes atribuibles a frentes de baja presión de aire. Desde el punto de vista climático, las especies de eucalipto adecuadas para este área son las que prefieren lugares moderadamente fríos y son relativamente fuertes a la sequía como *E. globulus* (eucalipto blanco), las que toleran sequía y prefieren fresco comparadas con *E. grandis*, como *E. saligna* (eucalipto rosa), o las que son débiles a las heladas pero fuertes a los vientos

marinos como *E. botryoides* (eucalipto rojo). En el caso de las especies de pino, el *P. pinaster* resistente a los vientos marinos es adecuado para este área, y *P. taeda* y *P. elliottii* igualmente crecen bien en las áreas costeras.

El clima del área 2) es continental y muestra gran variación en temperaturas anuales y diarias. Es muy frío, especialmente en invierno y los días de helada oscilan entre 10 y 15. Las heladas pueden dañar al eucalipto. Las precipitaciones en este área son mayores que en el sur, pero la vaporización debido a temperaturas altas en el verano es mayor que en otras áreas. En dicha área, las especies adecuadas de eucalipto son las que se adaptan a los climas continentales como *E. globulus* subsp. *maidenii* (eucalipto blanco), las que tienen gran resistencia a las heladas como *E. viminalis* (eucalipto rosa) y *E. camaldulensis* (*E. rostrata*) (eucalipto rojo), o las que son poco resistentes a las heladas pero que crecen mucho en la fase inicial y superan la altura necesaria para no helarse como *E. dunii* (eucalipto blanco). De todas las especies de eucalipto rosa, la *E. saligna* es más deseable para el área que la *E. grandis*. En el caso de las especies pino, *P. taeda* y *P. elliottii* son adecuadas. No hay problemas de plantación de *Populus* y *Salix* que tienen resistencia a las heladas en áreas húmedas.

El clima del área 3) es la zona de transferencia de zonas subtropicales a zonas templadas cálidas. Esta área es de temperatura y de precipitaciones más altas que las otras dos áreas referidas como 1) y 2). En esta área, el viento del norte originario de zonas tropicales causa temperaturas altas y humedad. En dicho clima, *E. grandis* (eucalipto rosa) y *E. camaldulensis* (eucalipto rojo) de todas las especies de eucalipto son las más adecuadas para plantación.

1.1.3.2 Condiciones del Suelo

El suelo de Uruguay se divide en seis amplias regiones dentro de las áreas de prioridad de plantación: o sea, Nros. 2, 02, 7, 07, 8 y 9.

Por otra parte, los tipos de suelo de todo el país se clasifican en términos generales del modo siguiente:

- 1) Grupo Brunosoles-Vertisoles: Este grupo se divide extensamente en el del sur (playas excluidas), en el del suroeste y sureste (excluidas tierras bajas húmedas) del Uruguay. En cuanto a los departamentos, se encuentra distribuido en Lavalleja, Canelones, Florida, Flores, San José, Colonia, Soriano, Río Negro, las partes occidentales de Paysandú, Salto y Artigas, la parte sudoeste de Rocha, la mitad occidental de Treinta y Tres, la mayor parte de Cerro Largo y las partes del sudoeste de Tacuarembó y Rivera (excluida la tierra pantanosa). Este grupo es de suelo arcilloso, gris oscuro que se ha desarrollado bajo la vegetación de prados en un clima templado. Es equivalente a las regiones Nros. 2, 8 y 9 anteriores. En la Región Nro. 2, el *Eucalyptus grandis* y *Pinus* spp. muestran menor crecimiento que en el grupo Acrisoles-Luvisoles que se menciona a continuación pues este primer suelo es arcilloso y compacto. En particular, el *E. grandis* no crece bien en la Región Nro. 2.

- 2) Grupo Acrisoles–Luvisoles: Este grupo se encuentra distribuido en la parte noreste de Rivera, la parte norte de Tacuarembó y la parte central de Cerro Largo. Es de suelo arenoso marrón rojizo que se ha desarrollado en un clima semitropical, y es equivalente a la región Nro. 7. En este grupo, los árboles muestran el mejor crecimiento pues el suelo es arenoso y ligero.
- 3) Grupo de Litosoles: Este grupo se encuentra distribuido en las partes occidentales de Artigas, Salto y Paysandú, y la parte central de Tacuarembó. En este grupo el suelo es relativamente poco maduro originario de basalto que cubre gran parte del noroeste de Uruguay, y contiene mucha grava. Es equivalente a la región Nro. 8 y parcialmente a la Nro. 9. Las *Pinus* spp., *Eucalyptus camaldulensis* y *E. maidenii* crecen bien en dicho suelo gracias a la arena, siempre que la grava no sea demasiada.
- 4) Grupo de Gleysoles–Planasoles: Este grupo consiste de suelo hidromórfico distribuido en las partes orientales de Treinta y Tres y Rocha, y tierras bajas húmedas en la cuenca superior de Río Negro. Aunque dicho suelo suele estar mal drenado e inadecuado para la plantación, es posible plantar *Populus* spp. y *Salix* spp. si el agua escurre o se instalan drenajes.
- 5) Grupo Arenosoles: Este grupo consiste de suelo arenoso distribuido por las playas que se extienden desde San José a Rocha y a lo largo de Río Negro. A pesar de no ser fértil, dicho suelo está oreado y lo suficientemente profundo para que el *Pinus Pinaster* y *Eucalyptus botryoides* crezcan bien.

1.1.3.3 Condiciones de Manejo

Como factor de plantación, el manejo de las operaciones de plantación puede clasificarse de acuerdo a ciertos criterios. En primer lugar, el manejo puede clasificarse por entidades en 1) plantaciones realizadas por personas naturales por ejemplo: agricultores y 2) plantación por empresas. Que puede subdividirse en a) plantaciones para el consumo propio y b) plantaciones comerciales. En cuanto a la utilización, puede clasificarse igualmente en A) leña B) miembros estructurales como madera de aserrío y contrachapado, C) cercados de granjas y postes eléctricos y D) madera para pulpa de papel.

La selección de especies plantadas de árboles y sistemas de operación forestal varían con las categorías arriba mencionadas de 1), 2) a), b), A), B) C) y D). Por ejemplo:

- 1) En el caso de plantaciones realizadas por agricultores, la plantación es generalmente a pequeña escala e intermitente, y no aspira a conseguir una producción sostenible. Las plantas no son producidas por los agricultores, sino que suelen ser comprados. El equipo capital no es abundante y gran parte de las operaciones son contratadas.
- 2) En el caso de las plantaciones realizadas por empresas, la plantación suele realizarse a gran escala y continuamente y aspira a una producción sostenible. Cuando los proyectos de plantación se realizan en gran escala cada año, puede considerarse que las plantas son producidas por ellos en sus propios viveros. El equipo capital es suficiente y una gran parte de las operaciones es gestionada directamente por ellos mismos.

Por otra parte:

- a) En el caso de consumo propio, es natural que las especies de árboles se seleccionen para usos específicos. Mientras que la escala de plantación por parte de agricultores es pequeña, la plantación por parte de empresas (fábricas de pasta de madera, aserraderos, plantas que consumen leña, etc.) es grande.
- b) En el caso de plantaciones comerciales, las plantación a gran escala y continuas resultan rentables. La plantación por parte de granjeros y otras personas es igualmente posible en pequeña escala e intermitentemente pues el mercado está asegurado.

Sin embargo:

- A) En el caso de leña, la mayoría de las especies seleccionadas pertenecen a *Eucalyptus* spp. La edad de corte es generalmente entre 9 y 12 años, y se utilizan los árboles más viejos con mayor diámetro.
- B) En el caso de travesaños estructurales, la *Pinus* spp. se selecciona mayoritariamente, aunque el *Populus* spp. y *Salix* spp. se utilizan en cartones duros, contrachapado y madera para cajas. La edad de corte suele oscilar entre 25 y 35 años para el *Pinus* spp., y entre 10 y 20 años para la *Populus* spp. y *Salix* spp. No obstante, es deseable producir árboles más viejos con mayor diámetro para contrachapado.
- C) En el caso de vallas y postes eléctricos, el *Eucalyptus* spp. especialmente el eucalipto rojo se seleccionan principalmente. El eucalipto blanco o rosa requieren tratamiento de preservación. Los árboles de más edad que la normal (9 a 12 años) son caros.
- D) En el caso de la madera para pasta de papel, se utiliza principalmente el eucalipto blanco. Asimismo se usa una pequeña cantidad de *Pinus* spp., *Populus* spp. y *Salix* spp. en las fábricas de pulpa nacionales.

1.2 Incentivos para la Plantación de Árboles

Existen diversos incentivos para la plantación de árboles, incluidos subsidios, créditos y exoneración de impuestos. Los solicitantes de dichos incentivos deben cumplir las condiciones siguientes:

- 1) El solicitante debe trazarse un plan de plantación y recibir la aprobación de la Dirección Forestal.
- 2) El sitio de plantación estará situado dentro de las áreas de prioridad de plantación (es aceptable que el sitio sobresalga un poco de dichas áreas).
- 3) Los árboles plantados serán cubiertos por las especies prioritarias arriba mencionadas (cuatro *Eucalyptus* spp., tres *Pinus* spp., dos *Populus/Salix* spp. y tres clones). Si el padrón tiene como mínimo 60% de suelos de prioridad forestal y se foresta con las

especies prioritarias el 90% de esos suelos, se puede extender la plantación en el resto (40%) con las especies forestales que se desee, las que recibirán iguales beneficios.

- 4) El área plantada será de 10 hectáreas o más.

A continuación se describirán cada uno de los incentivos:

-- Exoneración de Impuestos

Con respecto a los proyectos que satisfagan las condiciones arriba mencionadas.

Los bosques artificiales existentes o que se planten en el futuro, calificados como Bosques Protectores o de Rendimiento y los bosques naturales gozan de los siguientes beneficios tributarios:

- 1) Estarán exentos de todo tributo nacional sobre la propiedad inmueble rural y de la Contribución Inmobiliaria rural.
- 2) Sus respectivos valores o extensiones no se computarán para la determinación de los impuestos que gravan la renta ficta de las explotaciones agropecuarias – IMAGRO – la renta real de las explotaciones agropecuarias – IRA –, la renta real de las agro-industrias – IRIC –.
- 3) Exonérase de tasas arancelarias y del Impuesto al Valor Agregado (IVA) a las importaciones, por parte de productores y empresas forestales, industriales o agroindustriales, de insumos y equipos no competitivos con la industria nacional y cuyo destino sea la forestación, explotación o industrialización de maderas de producción nacional.

La Dirección Forestal extiende los certificados de exoneración siempre que los bosques reúnan las condiciones exigidas por la ley vigente N° 15.939/87 y sus Decretos reglamentarios.

-- Subsidios

Los titulares de explotaciones forestales que sean contribuyentes del impuesto IRA o IRIC percibirán por hectárea plantada y por una sola vez, un subsidio de un monto equivalente al 20% del costo ficto de forestación.

Los titulares de explotaciones forestales que sean contribuyentes de IMAGRO, percibirán por hectárea plantada y por una sola vez, un subsidio de un monto equivalente al 50% del costo ficto de forestación.

Para solicitar el subsidio, debe transcurrir un año de la plantación y que tengan un prendimiento superior al 75% de la densidad aprobada en el proyecto.

La solicitud del subsidio tiene como plazo máximo 4 años a partir de la fecha de plantación.

Las solicitudes de subsidio se atienden por el denominado Fondo Forestal.

- Crédito

El Banco de la República Oriental del Uruguay abrió varias líneas de crédito que contemplan todas las operaciones de la actividad forestal: vivero, plantación, manejo, explotación, etc.

- Prenda del bosque

Se ha incluido a los bosques dentro de los bienes sobre los que puede recaer el contrato de prenda rural o agraria. El bosque queda afectado así por el derecho real de prenda.

1.3 Semillas y Plantas

1.3.1 Preparación de Semillas y Plantas, Cultivo de Árboles

1) Eucalyptus spp.

Como todos saben, en el cultivo agrícola y ganadero se hace más esfuerzo en la selección de variedades mejores y que den productos superiores.

Cuando se plantan bosques artificiales es sumamente importante seleccionar y plantar variedades de calidad excelente.

Cuando las especies están casi determinadas, se concentrarán los esfuerzos en cómo seleccionar las variedades mejores.

El modo más fácil es hacer a los distribuidores de semillas o árboles jóvenes preguntas como de dónde vienen, cuál es su calidad, y cuándo y cuánta cosecha puede esperarse, o quién los planta en el país. Si es posible, es preferible visitar a personas que los planten en el país y preguntarles acerca del procedimiento de reproducción.

Es asimismo posible comprar las semillas de árboles maduros cuyos dueños hayan desarrollado bosques artificiales de gran excelencia en el país, u obtener semillas de la Estación Experimental de Bañados de Medina.

Los que operan plantaciones permanentes a largo plazo a menudo establecen semilleros para el uso de semillas colectadas de árboles semilleros excelentes. El modo de establecer semilleros lo aconseja la Estación Experimental de Bañados de Medina. Puede explicarse brevemente del modo siguiente: (i) recolección de semillas de árboles semilleros excelentes y (ii) facilitar la recolección de semillas asegurando amplios espacios entre árboles para favorecer el crecimiento de la copa (ramas) y no su altura.

2) Pinus spp.

En muchos casos, los árboles coníferos se utilizan para plantar en todo el mundo. Esto porque las coníferas suelen tener fustes rectos y su madera es lo suficientemente

blanda para procesar y muy popular en el mercado maderero.

En Uruguay, el *Pinus* spp. lleva introduciéndose experimentalmente durante las tres últimas décadas. Como resultado, se ha confirmado que cada una de las especies, *P. taeda*, *P. elliottii* y *P. pinaster* crecen mejor en unos sitios que otros y proyectos para la plantación de *Pinus* spp. se han fomentado en todo el país.

Siempre que se plantan *Eucalyptus* spp., se utilizan plantas en macetas. En el caso de las *Pinus* spp. se utilizan ambos, plantas en maceta y plantas a raíz desnuda.

En los países que no han experimentado invierno o invierno muy frío, suelen plantarse plantas de Pino en macetas. Cuando se plantan *P. caribaca*, *P. merkusii*, *P. elliottii* y *Pinus taeda*, suelen utilizarse plantas en maceta. Las plantas en maceta son sencillos de manipular y suelen crecer bien en suelos arenosos de países cálidos, en los que incluso la plantación de plantones en maceta caracterizada por su pequeñez, es posible.

Por otra parte, los plantones a raíz desnuda son generalmente grandes. Cuando las especies de pino se plantan en áreas en las que los árboles plantados crecen poco y las malas hierbas crecen rápidamente durante el verano, es preferible utilizar plantas de gran tamaño como medida protectora contra ellas.

Aún cuando las plantas a raíz desnuda de las especies de pino se plantan en muchos casos en Uruguay, es necesario hacer un estudio completo de si es mejor la plantación en maceta o a raíz desnuda.

En Uruguay, las semillas para la producción de pinos se adquieren a menudo en la Estación Experimental de Bañados de Medina de la Universidad de Uruguay, que tiene más de 30 años de experiencia en la investigación de plantación, ha realizado experimentos en la introducción de coníferas mediante el uso de semillas recolectadas por diferentes regiones del mundo; pruebas para la selección de variedades excelentes y desarrollo de semilleros.

Hay tres tipos de producción de árboles, o sea, por introducción de plantas, producción por selección y creación de variedades.

La introducción de plantas es para introducir especies y variedades que no han sido distribuidas convenientemente en el sitio desde otras regiones y para seleccionar especies óptimas y variedades para plantación. Esta labor ha sido realizada por universidades y otras instituciones durante mucho tiempo en Uruguay.

La producción selectiva es para seleccionar mutantes de buena calidad de los árboles y hacer una clasificación de método de selección masal y método de separación de cepa.

El primero es para coleccionar semillas frecuentemente de los mejores árboles seleccionados.

El último es para seleccionar aparentemente buenos individuos como árboles éliticos, cuyas cepas serán cultivadas mediante reproducción asexual. Posteriormente se

seleccionarán cepas mucho mejores y se utilizarán sus semillas.

La descripción de creación de variedades se omite aquí.

Las personas ocupadas en silvicultura deben considerar siempre la producción selectiva y deberán prestar atención de donde vienen las variedades y qué clase de cosecha puede esperarse cuando se adquieren semillas o plantas en la fase inicial. Además, deberán realizar proyectos de plantación mediante el uso de las mejores variedades.

3) Populus/Salix spp.

Populus/Salix spp. se reproducen generalmente por estacado. Algunos de ellos tiene dificultades para reproducirse así y requieren cultivo de semillas. El *P. sieboldii* y *P. deltoides* presentan dificultades al estacarse.

Existen muchas especies de Populus cruzadas naturalmente, especialmente *P. nigra* y *P. deltoides*. Un número de variedades por estacado se han seleccionado de ellos.

Existen también muchas variedades de crecimiento rápido producidas en laboratorios en diversos países, Italia incluida.

No obstante, las variedades de crecimiento rápido son generalmente susceptibles a plagas y las variedades de buena calidad que se han plantado son realmente limitadas.

Se espera que en el futuro puedan seleccionarse varias especies de crecimiento rápido y resistentes a plagas.

Es seguro utilizar variedades que han conseguido buenos resultados de plantación en Uruguay por el momento.

1.3.2 Manejo de Semillas

1) Eucalyptus spp.

Las semillas se recogerán subiendo a los árboles cuando están lo suficientemente maduras pero todavía no han caído. Si los árboles son bajos pueden utilizarse escaleras. Si son altos, subir a ellos y cortar las ramas con tijeras de podar. Si son altos y grandes, la colocación de escaleras y cuerdas facilita la operación de repetidas subidas. Es igualmente necesario entrenar a personal que trepe con destreza.

Si se talan los árboles excelentes en año de semillación, es posible recolectar semillas sin dificultad haciendo que el tiempo de tala coincida con el de madurez.

Las semillas recogidas se secarán en lugar bien aireado y a la sombra. Si se secan bien, golpee las semillas con un palo y recolecte las semillas del interior.

Las semillas que se sacan de las cubiertas están mezcladas con piezas grandes y pequeñas de polvo. Las grandes pueden quitarse mediante cribado. Las pequeñas

mediante cribas y después limpiándolas al aire como suele hacerse con los cereales.

Si se meten las semillas en una caja hermetica y se almacenan a bajas temperaturas, pueden tenerse almacenadas durante mucho tiempo (unos 10 años) sin que disminuya la germinación. No hay problema en almacenar las semillas que vayan a usarse dentro de uno o dos años a temperatura normal. En el caso del almacenamiento a baja temperatura deberá prestarse atención a que insectos dañinos y ratas no coman las semillas utilizando insecticidas o metiendo las mismas en cajas de metal.

Las semillas de eucalipto son generalmente pequeñas y normalmente no requieren tratamiento antes de sembrarse. Como son pequeñas, es favorable examinar los porcentajes de germinación o el número de brotes por gramo antes de planear operaciones posteriores.

2) *Pinus spp.*

Como la altura y diámetro del pino son aproximadamente un cuarto o la mitad de las del eucalipto, las semillas de pino pueden recogerse con facilidad relativa.

Las piñas se recogerán mediante los métodos siguientes: 1) Empuje las piñas con una vara larga desde el suelo; 2) sujete una escalera contra el árbol; 3) haga caer las piñas y ramas subiendo al árbol y utilizando una vara en forma de gancho; o 4) talle los árboles.

El color de las piñas va de verde a marrón alcanzando luego la madurez. Deberán colectarse antes de que se abran pues las semillas se caen al abrirse las piñas.

El período desde la floración hasta el cambio a marrones es de un año o más. Como las piñas permanecen en las ramas durante un tiempo considerablemente largo después de que maduren, deberán colectarse a tiempo antes de que se abran.

Las piñas colectadas se mantendrán temporalmente en un lugar bien aireado. Cuando se almacenan durante largo tiempo, deberá de tenerse cuidado para evitar que el moho las cubra.

Las piñas se pondrán en una lámina al sol durante dos o tres días. Y se abrirán. Mediante vibración puede colectarse el 80% de todas las semillas. Si las piñas están húmedas, pueden secarse al sol durante uno o dos días y la mayor parte de las semillas que quedan pueden colectarse.

Las alitas pueden quitarse frotando las semillas recogidas entre las manos. El polvo grueso puede quitarse mediante el uso de cilindros con mallas metálica a través de los cuales pasan las semillas. El polvo más pequeño y las alitas pueden quitarse utilizando ventiladores eléctricos.

Las semillas bien secas se almacenarán en botellas o envases o frascos a temperaturas bajas. Es igualmente bueno almacenarlas en un refrigerador ordinario. Las semillas mal secadas se secarán adecuadamente y luego se pondrán en una bolsa de paño para su almacenamiento a temperaturas normales. En cuyo caso, deberán tomarse las

medidas adecuadas para evitar el daño por insectos y ratas, incluido el uso de insecticidas. Las semillas que serán usadas dentro de un año pueden almacenarse a temperaturas normales sin necesidad de dichas medidas.

Los porcentajes de germinación son índices que conducen a 1) la determinación de la superioridad de las semillas obtenidas, y 2) la proyección del número de plantas producidos después de la siembra, y por consiguiente disponibles para la planificación de la producción de plantas.

Aunque existen muchas fórmulas para calcular los porcentajes de germinación, la fórmula de germinación de campo que determina el número de semillas que germinará en realidad es práctica.

(Ejemplo) Se sembraron cien semillas y germinaron 60.

$$60 / 100 \times 100 = 60\%$$

3) Populus/Salix spp.

Las semillas de Populus se colectarán cuando las cápsulas se separen a los tres meses de la floración y se vean los flóculos. Si la recolección es muy temprana, las cápsulas no se abren. Las cápsulas recogidas se secarán bien, se sacarán los flóculos y las semillas se separarán. Como las semillas suelen perder germinabilidad en tiempo muy corto a la temperatura normal, deberán sembrarse o almacenarse enseguida a temperaturas bajas. *P. sieboldii* puede mantener la germinabilidad durante diez años o más a una humedad de 20% y a temperaturas de -5 a 10°C (vea el subpárrafo 1.3.4 (3)).

1.3.3 Establecimiento del Vivero

1) Fundamento del Establecimiento del Vivero

i. Tipo de Vivero

Existen viveros rotatorios de pequeña escala cerca de los sitios de plantación y viveros fijos de gran escala. Los viveros de rotación:

- Corresponden a los sitios de plantación en términos de condiciones ecológicas.
- Económicos en costos de transporte.
- Pueden mantener el nutrimento del suelo.

En contraste a dichos méritos, es difícil asegurar trabajadores especializados y la gestión de los supervisores es muy posible que sea deficiente pues los salarios son más altos en las ciudades. Actualmente la tendencia es a cambiarse a los viveros fijos en áreas en las que se encuentren disponibles medios e instalaciones para transferir las plantas y se satisfagan las necesidades ecológicas. Los viveros fijos resultan favorables puesto que permiten mantener la fertilidad del suelo mediante rotación de cultivos y fertilización, concentrarse

en áreas de un cierto tamaño y por consiguiente posibilita la utilización de maquinaria que puede ser manejada por unos cuantos trabajadores seleccionados y buenos supervisores.

ii. Selección del sitio

Los sitios de vivero deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- que el sitio de vivero corresponda o sea similar al sitio de plantación en términos de condiciones naturales.
- que la distancia entre el sitio del vivero y el sitio de plantación sea razonable.
- que exista capacidad suficiente de suministro del agua necesaria para regar. Por ejemplo, el sitio debe estar cerca de un río que tenga agua todo el año o disponer de un pozo cuya agua no se termine. Asimismo, que la calidad del agua sea buena (es deseable el análisis del agua).
- que no sea fácil que las plantas queden sumergidas en agua durante la estación de lluvias o durante anegamientos.
- que la selección del sitio asegure el mínimo de superficie requerida
- que el sitio sea lo más plano y menos ventoso posible.
- que sea fácil hallar la mano de obra necesaria.
- Cuando los semilleros, las camas de almácigo y las camas de esquejes se establecen en el suelo del vivero, que el suelo sea fértil y bien drenado.

2) Diseño de Vivero

En esta sección se describirá cómo diseñar un vivero fijo.

i. Los requisitos previos para el diseño de vivero deberán resumirse de antemano. Por ejemplo:

- Si se es autosuficiente en lo que respecta a las plantas necesarias en un proyecto de plantación o habrá que comprar.
- La capacidad de producción de plantas debe satisfacer las necesidades máximas del proyecto.
- Del desarrollo de un vivero y de la producción de plantas se encargarán empresas a costos bajos.
- El vivero será fijo y se determinará si se utilizarán plantas en macetas o a raíz desnuda en la plantación de cada una de las especies de Eucalyptus,

Pinus, Populus y Salix.

ii. Tamaño del Vivero

En base a los requisitos previos arriba mencionados, se calculará el área de vivero necesaria. Para esto, se determinará el número anual de plantas máximo. Una medida del número es el número de plantas llevados al sitio más el 20%. El área será calculada por el número de plantas. Una cama de almácigo de 1.2 m de ancho y 10 m de largo (12 m^2) para plantas en maceta tiene una capacidad de 3.320 plantas en macetas de 6 cm de diámetro. El número de camas de almácigo se determinará en relación a la producción y al porcentaje de seguridad. También se requerirá espacio adicional considerando la posibilidad de futura expansión y las plantas que quedan en las camas. Si se supone que el espacio entre camas de almácigo es un metro, que el porcentaje de uso de almácigo es 50%, que la producción es una vez; que las camas de reserva significan el 20%, y que se llevarán al sitio 100.000 plántones de eucalipto en macetas de 6 cm de diámetro, el área requerida se calculará del modo siguiente:

$$\text{Número de plantas: } 100.000 \times 1,2 = 120.000$$

$$\begin{aligned} \text{Número de camas de almácigo requeridas: } & 120.000 / 3.320 = 36,14 \\ & = 37 \text{ (} 444 \text{ m}^2 = 450 \text{ m}^2 \text{)} \end{aligned}$$

$$\text{Cama de reserva (20%): } 450 \text{ m}^2 \times 0,2 = 90 \text{ m}^2$$

$$\text{Área requerida: } (450 \text{ m}^2 + 90 \text{ m}^2) / 0,5 = 1.080 \text{ m}^2 = 1.100 \text{ m}^2$$

Si los semilleros y las camas para producir plantas a raíz desnuda de la especie del pino son de un metro de ancho cada uno y las semillas se siembran en siete líneas, el número de plantas por metro cuadrado oscilará entre 110 y 140, y el número de plantas llevados al sitio será de unas 100. Si el espacio entre camas es 0,5 m, el largo de cama es 10 m, y se llevan al sitio 100.000 plantas a raíz desnuda, el área requerida se calculará del modo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Número de camas de almácigo requeridas: } & 100.000 / 1.000 \\ & = 100 \text{ (} 1.000 \text{ m}^2 \text{)} \end{aligned}$$

$$\text{Cama de reserva (20%): } 100 \text{ m}^2 \times 0,2 = 20 \text{ (} 200 \text{ m}^2 \text{)}$$

$$\text{Área requerida: } (1.000 \text{ m}^2 + 200 \text{ m}^2) / 1/1,65 = 2.000 \text{ m}^2$$

Además prever, sitios para construir caminos, oficinas, talleres, almacenes, lugares de descanso, garajes, lotes de almacenamiento de tierra y otras instalaciones que deberán desarrollarse en el vivero. Además de rompevientos y bosques modelos, reservas para expandir el vivero en el futuro se deberán incluir en el cálculo del área total de vivero.

iii. Programa de Desarrollo de Vivero

Si se desarrolla un vivero para autoabastecerse en la producción de plantas, el período de producción de plantas y el período de desarrollo de vivero serán calculados desde el comienzo de la plantación y se trazará el programa de desarrollo de vivero. Un ejemplo del orden de desarrollo de vivero es el siguiente:

- Corte y extracción de los árboles en pie
- Corte y remoción de las raíces y nivelación
- Construcción de caminos
- Estudio de los sitios por uso
- Preparación del sitio de plantación o almácigo
- Construcción de las instalaciones de riego
- Construcción de las instalaciones de vivero
- Construcción de talleres y similares
- Construcción de la oficina administrativa
- Construcción de los almacenes, garajes y lugares de descanso
- Adquisición de la maquinaria y equipos
- Comienzo de la producción de plantas

iv. Diseño de las Instalaciones del Vivero

Desarrollo del Sitio

- El desarrollo de un sitio de vivero comenzará con el corte y extracción de los árboles en pie, si existe alguno, y se continuará con la nivelación con bulldozer para iniciar la construcción de las diferentes instalaciones.
- Se construirán caminos de operación en el vivero para facilitar la entrada y salida de vehículos y maquinaria. Se podrá también hacer giros en U.

Los caminos de operación consistirán del camino principal que atravesará por el centro del vivero (de unos 4 ó 5 m de ancho) y varios desvíos (de unos 2 m de ancho) en los ángulos adecuados del camino principal. Traslado de maquinaria.

- Se instalarán drenajes para evitar el desplazamiento del suelo, facilitar el drenaje del almácigo y evitar la humedad excesiva. Aunque el tamaño de los drenajes varía con el flujo, un ancho de 30 cm y una profundidad de 30 cm suelen adoptarse normalmente.

Es preferible instalar cubiertas de cemento sobre los drenajes en los laterales donde las máquinas giran y en la entrada y salida de las tuberías.

(Instalaciones de Vivero)

El vivero estará dividido en varios bloques mediante los caminos de operación y los desvíos. Se instalarán drenajes simples a lado de los desvíos. Las camas de plantas en maceta, las camas de almácigo y las camas de esquejes se preverán dentro del vivero.

- Cama de plantas en maceta

El ancho interno de la cama es de 1 ó 1.2 m, y el ancho real será determinado por el número completo de macetas usadas, si es posible. El largo de cama será determinado también por el número completo de

macetas usadas. Esto simplificará los cálculos.

Si el largo excede 10 m, causará inconvenientes y será incómodo para el tráfico lateral. Es necesario asegurar espacios suficientes para los senderos entre camas de modo que puedan utilizarse carretillas y carretillas de una rueda. Un ancho de 10 m será suficiente. Aunque hay camas de plantas permanentemente en macetas cuyos cuadros y pisos están hechos de cemento o ladrillo, pueden construirse camas simples nivelando el terreno y haciendo un cuadro de madera aserrada. Otra posibilidad es poner estacas pequeñas a intervalos adecuados en el borde del piso sin ningún cuadro, y poner alambre alrededor de las estacas para cerrar las macetas. Se extenderá una cubierta de plástico sobre el suelo como piso para estabilizar el suelo y evitar que las malas hierbas crezcan y para que las raíces de las plantas en macetas no se extiendan por la tierra. En algunos casos el piso simplemente se nivelará sin colocar plástico.

- Almacigo

Los almacigos para producir plantas a raíz desnuda de la especie del pino serán de 1 m de ancho y 10 m de largo, y tendrán senderos con un ancho de 0,4 ó 0,5 m entre almacigo. Estarán entre 20 y 25 cm más altos que los senderos. Si el suelo es arenoso, el piso se nivelará con el sendero. Se mezclarán fertilizantes y capa superficial de suelo proveniente de plantaciones de (micorriza) para hacer el piso. Es preferible orientar los almacigo en dirección oeste para evitar el sol fuerte, si es posible.

- Cama de esqueje

Las camas para esquejes de las especies *Populus* y *Salix* serán construidas de la misma manera que los almacigos de las especies *Pinus*. El piso estará al mismo nivel que el sendero, o entre 10 y 15 cm más alto.

- Equipo de sombra

Se dispondrá de equipo para hacer sombra a las camas de plantas en maceta, o sea, el método de sombra alta y el método de sombra baja. El primero proporcionará sombras de entre 2,2 y 2,4 m de altas para todo el bloque o varias camas. El segundo proporcionará sombras de 0,7 m de altas para camas individuales. En el primer caso, se utilizarán troncos, barras cuadradas o tubos de hierro como puntales, y las partes superiores serán conectadas entre ellas mediante troncos, barras cuadradas o tubos de hierro para formar un cuadro, en el que se instalarán los materiales que darán sombra. Los materiales para hacer sombra pueden ser telas normales, maderas aserradas pequeñas o cañas.

En el método de sombra baja, los puntales se pondrán alrededor de camas individuales, los cuadros de madera se harán a un nivel de 0,7 m sobre el suelo, y la tela normal se extenderá sobre los cuadros. En algunos casos se utiliza cable metálico en vez de cuadros de madera para poder abrir y

cerrar la tela.

- **Equipo de Riego**

Los métodos de riego varían con la escala del vivero y las condiciones naturales. Los métodos principales son riego sobre el suelo, y riego debajo del suelo (bajo el, se instala tubos de barro para que corra el agua). En viveros, normalmente se emplea el método de aspersion. Se trata del método de riego que utiliza tubos principales y tubos abastecedores y presuriza el agua mediante el uso de una bomba o por la diferencia natural de nivel. Dicho método tiene los tres sistemas siguientes:

A) Sistema Fijo

Las líneas principales y abastecedoras son tuberías de agua que se fijarán en el suelo. Aunque el diámetro interno disminuye de las líneas principales a las de abastecimiento, la profundidad de la llave de alimentación es constante. Se utilizarán aspersores, tubos inyectoros y tubos inyectoros para regar.

B) Sistema Semifijo

Las bombas y las tuberías principales, o un cierto largo de la línea abastecedora serán fijadas en el suelo, y en los puntos necesarios se instalarán válvulas (o llaves de alimentación). Se regará desplazando la línea abastecedora, elevando las tuberías, aspersores y tubos inyector.

C) Sistema Portátil

Las bombas, la línea principal y las líneas de alimentación y otras instalaciones pueden desplazarse hasta cualquier sitio.

El método aspersor puede clasificarse según las herramientas utilizadas en tres categorías:

- **Sistema de Boquilla Inyectora**

El agua será pulverizada directamente desde la fuente mediante bombas de presión. El agua de la fuente será almacenada primero en un depósito instalado en un lugar alto con bombas de presión y luego se pulverizará utilizando la diferencia de nivel.

El agua será pulverizada directamente de los depósitos de reserva dentro del vivero o corre mediante bombas portátiles (bombas de incendios o similares)

- Sistema Aspersor

El tubo aspersor será conectado a la llave de alimentación de los tubos de agua y el agua será inyectada por las boquillas de las bombas de presión.

El agua será inyectada mediante el uso de la diferencia de nivel como arriba se menciona.

- Sistema de Tubo Inyector

Este método utiliza tubería con tubos inyectoros o tubos perforados para inyectar agua mediante la bomba de presión con el método de aspersion arriba mencionado, o inyectar agua utilizando la diferencia de nivel del depósito. Los tubos se perforan considerando los ángulos de riego y la capacidad de riego varía con el tamaño de la perforación. Se recomienda que el equipo de riego se planee combinando los métodos y sistemas arriba mencionados. Si no es riego a gran escala, es mejor utilizar un sistema semifijo con tubos ascendentes instalados, desde los cuales el agua será pulverizada por las mangueras y boquillas inyectoras, o regar manualmente con recipientes de riego desde el depósito portátil con mangueras.

- Diseño del Equipo de Riego

Deberá seleccionarse un método simple, conveniente, eficiente y económico mediante el cálculo de los costos de equipo y mantenimiento y considerando las condiciones naturales, topografía incluida, estructura del suelo, fuentes de agua, el flujo, la distancia hasta los recursos hidrográficos y la diferencia en nivel, el tamaño del vivero y la cantidad de agua requerida.

- Cálculo de agua

La cantidad de agua máxima a usarse deberá considerarse antes de la instalación del equipo de agua. Los factores para calcular la cantidad de agua son 1) la cantidad de agua que absorban las plantas, 2) el agua que se evapora en del suelo, 3) el desperdicio de agua al regar, 4) la capacidad de retención de agua del suelo, 5) la estructura del suelo, 6) la profundidad del riego, 7) intervalos de riego, y 8) métodos de riego. Todos estos factores deberán tenerse en cuenta. En el caso de las plantas en maceta deberá observarse que las camas de almácigo están aisladas del agua del suelo. En el caso de riego de viveros, si hay muchos días soleados y el contenido de agua de la tierra disminuye hasta un cierto nivel (punto de marchitamiento), las plantas se marchitarán y morirán. Para evitar que esto suceda, el agua deberá pulverizarse antes de que el contenido de agua del suelo llegue a un punto crítico. Para su referencia, algunos ejemplos japoneses muestran que el límite de riego se encuentra entre 7 y 10 días después de la última lluvia.

Suelo arenoso: 30 mm
 Marga: 40 mm
 Suelo arcilloso: 50 mm
 Suelo de humus: 55 mm

Según el "Método de Producción de Plantas" de Sasaki Miyazaki:

Profundidad de riego		
Suelo	10 cm	20 cm
Arenoso	6-10 mm	2-20mm
Marga	15-20 mm	30-40mm

Observaciones

Riegue el suelo margoso o arcilloso entre 7 y 10 días y el suelo arenoso entre 3 y 5 días después de la última lluvia.

Usando dichos números como referencia, calcule la cantidad de agua usada por día, o sea, sume la pérdida de agua, divida el área que requiera agua por los intervalos de riego y determine el área de tierra regada por día.

Agua usada por día (8 horas)

$$= (\text{cantidad de agua por suelo (por profundidad) + pérdida}) \times \text{área que necesite riego} / \text{intervalo de riego}$$

(Nota) Aunque la pérdida de agua que ocurre en el transcurso del bombeado o del riego varía grandemente con el tipo de conducción, inclinación, suelo y método de riego, la pérdida por aspersión debería estar limitada al 20%.

Cuando se diseña un sistema que utiliza aspersores o tubos inyectoros, es aconsejable buscar consejo de expertos antes de tomar la decisión final. Es igualmente preferible consultar con los suministradores del equipo y materiales, que suelen proporcionar información sobre el área de riego: la dirección, fuerza y frecuencia de los vientos, el tamaño máximo de caída permisible de agua, la cantidad necesaria de agua por metro cuadrado, la presión efectiva, tamaño de las tuberías y así sucesivamente.

Es necesario estudiar las especificaciones y seleccionar los equipos y bombas de presión, tamaños de bomba, aspersores y tubos inyectoros en base a los cálculos e instalar equipo bien equilibrado.

Si se utilizan los sistemas de riego fijos y semifijos, el diseño de las camas de almácigo y bloques deberá determinarse en conexión con el equipo de riego.

- Construcciones

Aunque las edificaciones necesarias para las operaciones de vivero se enumeran a continuación, la escala y las especificaciones de los edificios varía con la escala y las prácticas de vivero.

Oficina de vivero:

Taller: incluida una sala de germinación para siembra en el interior y cultivo de plantas, un lugar de vertido de tierra, un lugar de quema de tierra, un cuarto de macetas en el que la tierra se pone en macetas y donde las plantas se transplantan y almacenamiento de las plantas en macetas. La sala de germinación requiere una estructura aireada así como equipos de sombra y de riego.

Almacenamiento de material: disponible para guardar herramientas, bolsas de polietileno, fertilizantes, insecticidas y otros materiales necesarios de vivero.

Lugar de descanso: para los trabajadores del vivero.

Galpones: para guardar remolques, camiones y otros vehículos y maquinaria, incluidos pulverizadores motorizados.

En muchos casos, las oficinas, almacenes y galpones se construyen no sólo para viveros sino también para plantación.

(Equipo de Vivero)

Las máquinas principales y herramientas utilizadas en viveros son las siguientes:

Tractor de ruedas
Remolque
Arado de disco
Rastra de disco
Tractor manual
Triturador de tierra
Cribador de tierra
Mezclador de cemento con motor
Pulverizador motorizado
Pulverizador manual
Transportador de rodillos
Caja de germinación de plástico
Pala
Azadón
Rastrillo
Recipiente de riego
Balde

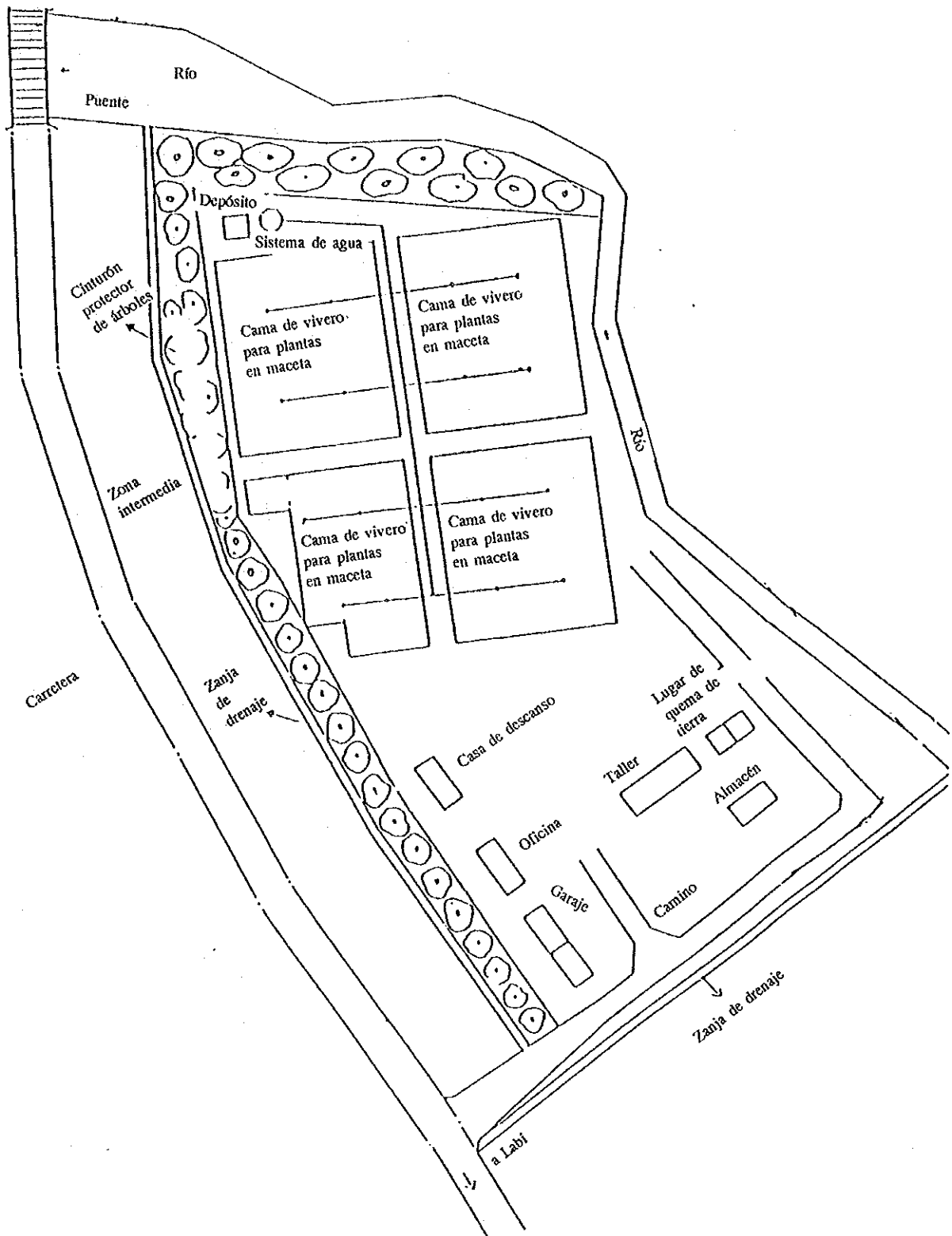
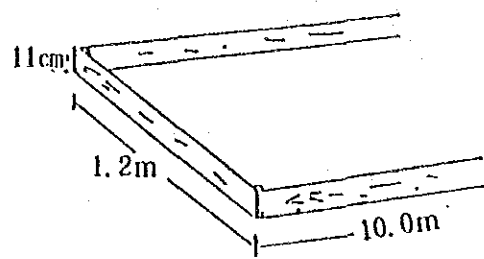
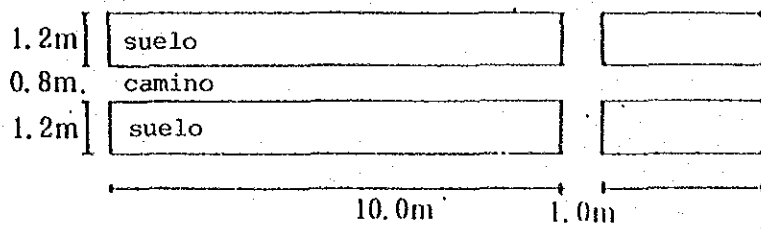


Fig. 1.2 Ejemplo de Plano de Distribución de Instalación de un Vivero



1.3 Ejemplos de Planes/Trazados de Camas de Plantones en Maceta

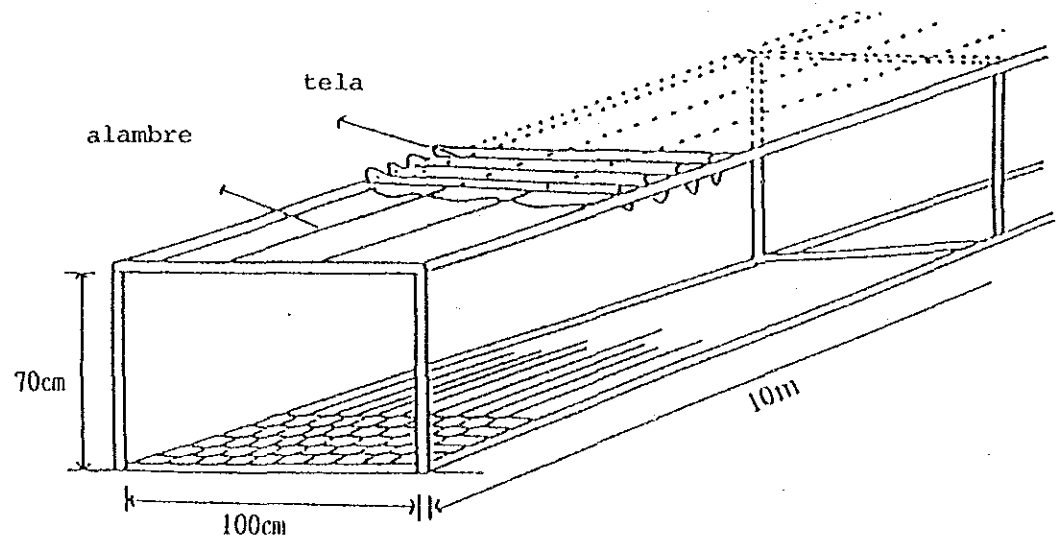


Fig. 1.4 Ejemplo de Equipo de Sombra

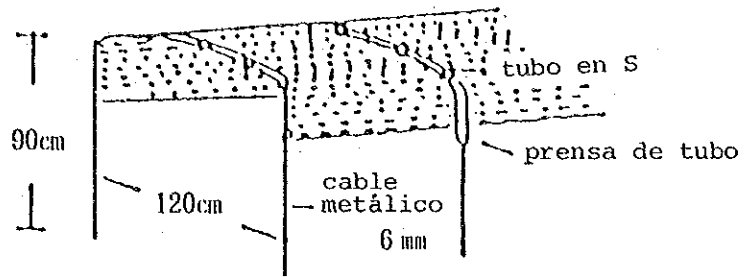


Fig. 1.5 Tela normal de sombra abierta y cerrada

1.3.4 Prácticas de Vivero

1) Eucalyptus spp.

En muchos viveros, se utilizan cajas de madera (de unos 50 cm x 40 cm x 10 cm) como semilleros. Esto es preferible considerando la eficiencia de la operación siguiente de transplante. Otro método es sembrar semillas en los semilleros en el vivero. El resultado es bueno si germinan entre 600 y 800 semillas por caja.

Un requisito absoluto es un suelo bien drenado, que hace que las plantas se puedan extraer con más facilidad para transplantarlos y evitar enfermedades. Los productos químicos de vivero se utilizarán para evitar insectos dañinos y para que no salgan hongos.

Las semillas del eucalipto suelen ser sumamente pequeñas. Una mezcla de semillas con arena y polvo de arena es mejor para la siembra.

Después de sembrar, las semillas se cubrirán con tierra hasta que se vean un poco. Se regarán repetidamente después de la siembra para que no se sequen y se mantendrán aireadas (para evitar los hongos). No deberá sembrarse una gran cantidad de semillas a la vez pues han de ser transplantadas más tarde. Una cantidad apropiada de semillas para transplantar deberá sembrarse en orden sucesivo. Tardan varios días en germinar y las cajas pequeñas se pondrán a la sombra o en un lugar soleado entre 10 y 20% hasta que germinen.

Las plantas serán transplantados a macetas en la primera fase, cuando aparecen dos hojas después de germinar (entre 3 y 4 semanas después de la germinación).

Aunque existen diversos recipientes para plantas en envase, las bolsas de polietileno (de unas 30 micras de grueso) son las más usadas. Un tamaño de 8 por 15 cm (5 cm de diámetro y 15 cm de altura) o menos es adecuado. Tamaños más grandes que estos requieren más tierra y más costos de transporte. Como las especies de eucalipto muestran buena supervivencia y posteriormente buen crecimiento, no se necesitan plantas grandes.

En el momento de transplante, la tierra deberá ponerse con cuidado en las macetas y fijarse que las raíces estén bien colocadas para que las mismas puedan crecer derechas hacia abajo. Si las plantas se transplantan con las raíces arqueadas o en rizo, este hecho puede tener un efecto adverso en la plantación.

La tierra de maceta deberá estar tan bien drenada como la tierra de almácigo. Deberá traerse tierra buena de granjas o de bosques y tamizarse previo a utilizarse en las macetas de plantas.

Las plantas en maceta de Eucalyptus spp. no requieren fertilizante. La tierra buena antes mencionada traída de tierras agrícolas o forestales es suficientemente nutritiva para el Eucalyptus spp. Es permisible mezclar arena de río en tierra de maceta para mejorar el drenaje.

Las plantas en maceta serán puestos totalmente a la sombra durante 3 ó 4 días después del trasplante. Como las plantas jóvenes inmediatamente crecen con vitalidad, una semisombra entre 20 y 30% es mejor durante 2 ó 3 semanas para que se hagan resistentes al sol fuerte.

Las plantas se regarán moderadamente dos veces al día por la mañana temprano y por la tarde después de que se ponga el sol unos diez días después de trasplantar. No deberán regarse durante el día cuando la temperatura de la tierra es alta.

Al pasar diez días, es suficiente con regarlos moderadamente una vez al día. Deberá tenerse cuidado para que no se sequen y se agosten.

Cuando crecen entre 30 y 50 cm de altura, las plantas se llevarán al sitio de plantación. La cantidad de agua se controlará para evitar que crezcan más altas.

Si son muy altas, muchas plantas puede que se caigan después de trasplantar. Si son muy bajos, muchos de ellas serán vulnerables a las malas hierbas y necesitarán carpidas lo que resultará difícil.

Las especies de eucalipto también han de coexistir con micorriza. Si se utiliza tierra agrícola o forestal y el riego es adecuado para *Eucalyptus* spp. (moderado y permeable), la micorriza comenzará a coexistir con facilidad y ejercerá un efecto positivo en el crecimiento del *Eucalyptus* spp.

Las plantas en maceta se meterán en cajas pequeñas y se transportarán en camión. Si el viento fuerte le da a los plantones durante el traslado, lo dañará. Es mejor utilizar camiones cerrados o con caja.

2) *Pinus* spp.

Como ya se ha dicho, las plantas de la especie pino pueden hacerse en maceta y a raíz desnuda. Mientras que en Uruguay se piensa que la plantación a raíz desnuda producirá mejores resultados, las plantas en maceta suelen usarse en la plantación de especies de pino en muchos países, especialmente en las zonas tropicales. A continuación se describirán las prácticas de plantas en maceta y luego la de plantas a raíz desnuda.

Como en el caso de *Eucalyptus* spp., los *Pinus* spp. crecen bien en más del interior siempre que el suelo sea permeable. Como crecen rápido, es posible usar bolsas pequeñas (entre 4,5 y 5,0 cm de diámetro y entre 12 y 15 cm de altura). Aunque en general se considera que las bolsas negras son buenas, las bolsas de otros colores tampoco presentan ningún problema.

Tanto en el vivero como en el sitio de plantación, no pueden esperarse buenos resultados a no ser que el suelo sea arenoso y bien drenado.

El suelo deseable de maceta consiste de arena de río (80 a 90%) y suelo superficial de bosques de pino (10 a 20%).

Es más eficiente sembrar las semillas directamente en envase que en tierra. Las semillas se meterán en agua durante dos días completos antes de sembrar, se sembrarán dos o tres semillas por envase y se cubrirán ligeramente con tierra.

Las semillas se sembrarán con 5 ó 6 meses de antelación antes de la época de plantación.

Antes de la siembra, deberá tenerse en cuenta el período de crianza (entre 6 y 8 meses como mínimo) para que pueda producirse el número necesario de plantas para el tiempo de plantación.

Se harán entre cuatro y seis orificios de drenaje en la parte inferior de la bolsa. Se rociarán con agua por la mañana y por la tarde después de la siembra.

Las semillas iniciarán la germinación en dos o tres semanas.

Deberán ponerse a la sombra antes de la germinación para que la tierra no se seque, y se hará un techo con aberturas (se puede disponer de cobertura de caña y tela normal) para que entre el 30 y 50% de luz solar durante un tiempo después de la germinación.

Cuando las plantas tengan entre 3 y 4 cm de altura después de germinar, se extraerán todas menos una.

Cuando tengan unos 25 cm de altura, se llevarán al sitio de plantación. Si crecen mucho antes de llevarse al sitio, deberá reducirse el agua sustancialmente. El período de crianza de las plantas en envase oscila entre 6 y 8 meses.

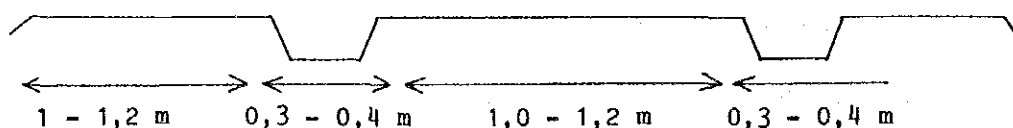
Al tiempo de la plantación, las bolsas se cortarán con un cuchillo sin separar la tierra de las raíces.

Plantación a raíz desnuda

Los viveros nuevos requieren mezcla de algo de tierra de bosques de pinos.

Las semillas para producir plantas a raíz desnuda se sembrarán directamente. Está la siembra total al voleo y la siembra en línea. En la primera, las semillas se dispersarán sin que queden muy espesas y se ralearán después de germinar dejando entre 200 y 300 plantas por metro cuadrado.

En la última, la cama es de 1 a 1,2 m de ancho y la calle es de entre 30 y 40 cm de ancho.



Se harán seis o siete líneas por metro. Se sembrarán tres o cuatro semillas en cada línea a intervalos de 5 ó 6 cm y se cubrirán ligeramente con tierra. Si después de sembrar se riegan por la mañana y al anochecer, germinarán en dos o tres semanas. Cuando las plantas tienen entre 3 y 4 cm de alto se ralearán dejándose uno a intervalos de 5 ó 6 cm en cada línea.

La luz solar será reducida a 20 – 30% durante un mes después de la germinación y más tarde se dejará penetrar gradualmente. Las plantas crecerán hasta 25 a 30 cm de alto, altura suficiente para llevarlas al sitio. Las raíces se cortarán un mes antes de llevarlos al sitio de plantación. Se pondrá una pala en el suelo en un ángulo de 45° desde el exterior de la línea para cortar la raíz recta y que tenga unos 12 cm de largo.

El período de nutrición de las plantas a raíz desnuda suele oscilar entre ocho y doce meses, y la cantidad de agua deberá ser controlada antes de llevar al sitio definitivo para que las plantas tengan una altura de entre 30 y 35 cm.

Como el vivero está siempre expuesto a los riesgos de la humedad, deberá estar bien aireado. Deberán tomarse en cualquier momento medidas contra las enfermedades, por ejemplo pulverizando productos químicos contra los hongos aproximadamente una vez al mes.

3) Populus/Salix spp.

Como las semillas pierden poder germinativo a los pocos días de recogerse, se sembrarán inmediatamente o se almacenarán a bajas temperaturas y se sembrarán cuando sea necesario.

Es más fácil sembrar semillas en cajas pues las semillas necesitan cuidadoso control del agua al tiempo de la germinación. En el caso de especies Populus y Salix, las semillas sin floculos serán sembradas 1 ó 2 g/m², y las semillas con floculos se sembrarán entre 50 y 100 g/m². Las semillas buenas pueden sembrarse fácil e igualmente mezcladas con arena. Las semillas se cubrirán con pequeña cantidad de tierra hasta que la mitad de la semilla quede cubierta.

Después de sembrar, las semillas se regaran suficientemente. Se pondrán las semillas a la sombra y se cubrirán con algo para evitar que se seque la tierra. La germinación tendrá lugar en tres o cuatro días, después de lo cual se dejarán pasar luz de sol en forma moderada.

Cuando alcanzan una altura de 3 ó 4 cm serán transplantadas. Unas 100 plantas por metro cuadrado serán transplantadas. Crecerán hasta una altura de 30 – 50 cm en seis meses. Antes de llevarlas al sitio definitivo serán transplantadas de nuevo en la primavera. En el segundo trasplante es necesario dejar un espacio de 70 a 80 cm entre líneas y un espacio de 30 cm entre plantas. Las plantas crecerán hasta 1 – 1,5 m. de altura en seis meses, lo suficiente para poder ser llevadas al sitio definitivo.

Reproducción por estaca

Las plantas pueden reproducirse por estacas de un año o renuevos por estacado. Los retoños deberán prepararse antes de que broten en la primavera. Las plantas de un año tienen una altura de 1,5 a 2 m y sus puntas no se usarán pues son difíciles de manipular. Las estacas son de unos 20 cm de largo y 1 cm de grueso y pueden obtenerse de 5 a 8 por plantón de 1.5 a 2 m de alto. Ate las estacas de a cien y póngalas inmediatamente en bolsa de plástico, almacénelos a baja temperatura (en el refrigerador) y plántelas en vivero a antes de que broten.

Se obtendrían mejores resultados si se pone polvo de auxina en los renuevos al tiempo de plantar.

Los intervalos entre líneas y entre renuevos deberá ser de 70 a 80 cm y 30 cm respectivamente. En cuyo caso, es posible producir entre 40.000 y 50.000 plantas por hectárea.

Si el suelo es liviano, los renuevos pueden ponerse inmediatamente en el suelo. Por otra parte, si el suelo es más o menos duro, cave hoyos con una pala plantadora, ponga los renuevos en los hoyos y fíjelos.

Después de plantar, el riego se utilizará intermitentemente durante todo el día para mantener la humedad.

Para evitar los rayos directos del sol, el techo de la cama deberá tener una estructura de cañas.

Las raíces aparecen dos o tres semanas más tarde, y los brotes saldrán. Si aparecen dos brotes o más, se cortarán y se dejará el mejor. Deberá cuidarse bien para que crezcan plantas con un tallo. Deberán tener una altura de 1,5 - 2 m en el otoño, suficiente como para llevar al sitio definitivo.

Con la llegada del otoño, puntos amarillos o una clase de añublo pueden aparecer en la parte posterior de las hojas.

Las plantas producidas de esquejes en un año se denominan plantas 1/1 (lo que significa tallo de un año y raíz de un año). Deberán cuidarse durante un año más para que se hagan más grandes y para que mejoren. En este caso las plantas serán cortadas y brotarán. Cuando aparecen dos brotes o más, serán cortados para que crezcan plantas con un tallo. Se denominan plantones 1/2 (lo que significa tallo de un año y raíz de dos años).

Por otra parte, si las plantas son manejadas para recoger renuevos en un huerto, es deseable producirlos a un ritmo de dos o tres piezas por unidad.

Aunque los renuevos pueden ser recogidos en un huerto durante varios años, el huerto deberá ser renovado con nuevas plantas cada cierto número de años pues brotes repetidos puede que tengan un efecto adverso en la calidad de la madera.

1.3.5 Costo de Plantas

Los costos de plantas consisten en gastos indirectos como arrendamientos, construcción de viveros y costos de instalaciones (incluidos los costos de construcción de semilleros y camas de almácigo, los costos de instalaciones de sombra y de riego, las construcciones, vehículos y equipos, costos de reparación) y depreciación, que depende del tamaño del vivero, y los costos de producción directa que varían con las especies, prácticas de vivero, salarios, y los costos de los materiales consumidos y la administración. Los costos de plantas que se ofrecen a continuación se determinaron calculando los costos de producción directos del proceso de operación en base a diferentes datos, a los cuales se añadieron el 10% de costos de administración y el 10% de costos secundarios como gastos imprevistos y calculando la depreciación como 10% del subtotal.

1) Costos de las plantas de *Eucalyptus* spp.

La Tabla 1.1 muestra los costos de producción de las plantas en un sistema de vivero en el que i) las semillas se siembran en almácigos protegidos; ii) las plantas se transplantan a macetas; iii) se crían un tiempo con media sombra; iv) se quita la media sombra y v) se llevan al sitio.

2) Costos de las plantas de *Pinus* spp.

La Tabla 1.2 muestra los costos de producción de plantas bajo un sistema de vivero en el que i) las semillas se siembran en líneas; ii) las plantas se ralean; y iii) las plantas se extraen, se selecciona y se llevan al sitio.

3) Costos de las plantas de *Salix* spp.

La Tabla 1.3 muestra los costos de producción de las plantas en un sistema de vivero en el que i) renuevos se ponen en camas de renuevos ii) se manejan; y iii) se extraen, se seleccionan y se llevan al sitio.

4) La Dirección Forestal determina anualmente los precios de venta de las plantas producidos bajo la gestión gubernamental. De los precios determinados el 4 de julio, 1990, los precios de las especies prioritarias para silvicultura se muestran en la Tabla 1.4 "Lista de Precio de Plantas" (Dirección Forestal).

Tabla 1.1 Costos de Producción de Plantas de Eucalyptus

por 1.000 plantas llevadas al sitio

Sueldos			
Tipo de labor	Mano de obra (persona/día)	Precio unitario (U\$S)	Suma (U\$S)
Esterilización de suelo para semilleros por 0,1 m ²	1,8	5,00	9,00
Siembra, riego, y administración general	0,8	"	4,00
Criba y mezcla de tierra de bolsa	0,2	"	1,00
Poner la tierra en bolsas	1,3	"	6,50
Transplante de plantas en envase	2,2	"	11,00
Traslado y disposición de las bolsas en camas de almácigo	1,0	"	5,00
Mantenimiento (riego, sombra, pulverización química, carpida fertilización)	1,3	"	6,50
Selección de plantas	0,4	"	2,00
Transporte al sitio	0,7	"	3,50
Subtotal	9,7		48,50
Costos de Material			
Ítem	Cantidad (U\$S)	Precio Unitario (U\$S)	Suma (U\$S)
Semilla	0,025 kg	55,00/kg	1,38
Tierra	0,754 m ²	2,32/m ³	1,75
Fertilizante (NPK 15:15:15)	0,80 kg	0,50/kg	0,40
Bolsa de polietileno	1,250 b	0,0028/b	3,50
Cubierta de plástico negro	0,65 kg	3,12/kg	2,03
Insecticida y herbicida	0,02 kg	3,48/kg	0,07
Gasolina, aceite, etc.	0,5 l	1,20/l	0,60
Subtotal			9,73
Total de Salarios y Costos de Material			58,73
Costos de administración 10%			5,87
Costos secundarios 10%			5,87
Subtotal			70,47
Costos const. vivero e instal.			7,05
Total			77,52

0,077 U\$S por planta

Tabla 1.2 Costos de Producción de Plantas de Pinus

por 1.000 plantas llevadas al sitio

Sueldos			
Tipo de labor	Mano de obra (persona/día)	Precio unitario (U\$S)	Suma (U\$S)
Construcción de camas	1,2	5,00	6,00
Siembra y cobertura	1,2	"	6,00
Raleo	1,5	"	7,50
Mantenimiento (riego, carpidas, pulverización química, fertilización)	2,8	"	14,00
Extracción y selección de plantas	1,0	"	5,00
Transporte al sitio	1,0	"	5,00
Subtotal	8,7		43,50
Costos de Material			
Ítem	Cantidad (U\$S)	Precio Unitario (U\$S)	Suma (U\$S)
Semilla	0,1 kg	52,00/kg	5,20
Fertilizante (NPK 15:15:15)	0,8 kg	0,50/kg	0,40
Insecticida y herbicida	0,03 kg	3,48/kg	0,10
Gasolina, aceite, etc.	0,64 l	1,20/l	0,77
Subtotal			6,47
Total de Salarios y Costos de Material			49,97
Costos de administración 10%			5,00
Costos secundarios 10%			5,00
Subtotal			59,97
Costos const. vivero e instal.			6,00
Total			65,97

0,066 U\$S por planta

Tabla 1.3 Costos de Producción de Plantas de Salicaceas

por 1.000 plantas llevadas al sitio

Sueldos			
Tipo de labor	Mano de obra (persona/día)	Precio unitario (U\$S)	Suma (U\$S)
Construcción de camas	1,8	5,00	9,00
Renuevos de plantación	1,4	"	2,00
Mantenimiento (riego, carpidas, pulverización química, fertilización)	2,0	"	10,00
Extracción y selección de plantas	1,5	"	7,50
Transporte al sitio	1,2	"	6,00
Subtotal	6,9		34,50
Costos de Material			
Ítem	Cantidad (U\$S)	Precio Unitario (U\$S)	Suma (U\$S)
Semilla	1.250 r	0,048/kg	60,00
Fertilizante (NPK 15:15:15)	12,5 kg	0,50/kg	6,25
Insecticida y herbicida	0,10 kg	3,48/kg	0,35
Gasolina, aceite, etc.	1,28 l	1,20/l	1,54
Subtotal			68,14
Total de Salarios y Costos de Material			102,64
Costos de administración 10%			10,26
Costos secundarios 10%			10,26
Subtotal			123,16
Costos const. vivero e instal.			12,32
Total			135,48

0,135 U\$S por planta

Tabla 1.4 Lista de Precios de Plantas

Dirección Forestal: Ejercicio 1990

Especie	Tipos de envases					
	maceta o polietileno					
Eucalyptus globulus	N\$	80.00	US\$	0.070		
Eucalyptus maidenii	"	85.00	"	0.074		
Eucalyptus grandis	"	80.00	"	0.070		
	De almácigo a raíz desnuda Alturas: 0.20 a 0.50 m					
Pino elliotti (Pinus elliottii)	N\$	65.00	US\$	0.057		
Pino taeda (Pinus taeda)	"	65.00	"	0.057		
Pino marítimo (Pinus pinaster)	"	35.00	"	0.031		
	De vivero a raíz desnuda Alturas					
	0.50 a 1.50m		1.50 a 3.00m		Mas de 3.00m	
Álamos (Populus spp.) (clones seleccionados)	N\$	US\$	N\$	US\$	N\$	US\$
	150.00	0.130	300.00	0.261	500.00	0.435
Álamo bouliana	200.00	0.174	400.00	0.378
	0.50 a 1.00m			Más de 1.00m		
Sauce híbrido argentino	N\$ 180.00	US\$ 0.157	N\$ 360.00	US\$ 0.314		
Sauce gigante (Salix elegantissima var. sacramenta)	" 100.00	" 0.087	" 200.00	" 0.174		
NOTA: EL costo de los factores corresponde al mes de junio 1990.						

1.4 Preparación del Terreno

1.4.1 Trabajos para la Preparación del Terreno

1) Eucalyptus spp.

El trabajo de la preparación de la tierra tiene las ventajas siguientes: 1) mejoramiento de la eficiencia de plantación, 2) mejoramiento del porcentaje de supervivencia, 3) facilita el crecimiento después de plantar, y 4) facilita el control siguiente. En áreas cubiertas sólo por pocas malas hierbas y arbustos (ejemplo Cerrado en Brasil), sin embargo, las plantas pueden plantarse sin arar.

El trabajo de preparación consiste en cultivar la tierra en fajas de 1,5 a 2 m de ancho utilizando tractores de acuerdo a las líneas de plantación. Es posible cultivar un área de tierra de entre 10 y 12 hectáreas al día a intervalos de 3 m (fajas de aproximadamente 1,5 de ancho).

El cultivo en fajas de 1,5 m de ancho a intervalos de 3 m dejará fajas sin cultivar de 1,5 m de ancho.

2) Pinus spp.

Tradicionalmente, las especies de pino se regeneran naturalmente. Si existen árboles semilleros y el sitio de regeneración está soleado, la regeneración natural es sencilla. Si los bosques de pinos se desarrollan en áreas sin árboles semilleros, la plantación es esencial.

En áreas en las que no crecen muchas malas hierbas o matorrales, las plantas pueden plantarse sin arar. Mientras que la preparación de la tierra a veces afecta favorablemente el crecimiento posterior, a veces también no causa efecto alguno. En Cerrado en Brasil, existen bastantes casos en los que se ha plantado sin la preparación de la tierra.

Por otra parte, si existen muchos árboles en el sitio de plantación, deberán talarse y quemarse cuando ya estén secos en una o dos semanas. Como los troncos gruesos quedan después de quemar, se separarán en líneas a intervalos de varios metros antes de la plantación para facilitar el deshierbe en la fase siguiente. Este método se lleva a cabo en Misiones en Argentina.

3) Populus/Salix spp.

Si es posible, es preferible la preparación total de la tierra. Aunque la especie Populus crece rápido, uno o dos años después de plantar mostrará un crecimiento pequeño en altura, y después crecerá unos 2 m al año. El cultivo total mediante el uso de tractores es la mejor manera de facilitar el crecimiento de los árboles plantados, evitando que crezcan las malas hierbas y mejorando la eficiencia de la carpida. Si se prepara totalmente la tierra, se limita el daño por ratas.

1.4.2 Costos de Preparación de la Tierra

La manera normal de preparación de la tierra es arar todo el sitio con arado de disco conectado a un tractor y luego afinar la tierra con la excéntrica y cincel conectado al tractor. Este método, sin embargo, es costoso y somete el suelo a erosión, por lo cual puede reducir el crecimiento de los bosques. En praderas que tienen diseminados pequeños matorrales, la preparación de la tierra a lo largo de curvas de nivel sin cultivo total reducirá la erosión del suelo, permitirá que pascen el ganado tres años después de la plantación y reducirá los costos. Se trata de cultivar el sitio en fajas usando un rotovador conectado al tractor. El sitio puede igualmente ser cultivado en fajas con la excéntrica y cincel conectados al tractor.

Cuando se prepara la tierra para plantar 1.110 árboles por hectárea a un espaciamiento de 3 m x 3 m, se conectará un rotovador al tractor y el sitio será cultivado a intervalos de 3 m. En este caso, la faja cultivada será de 1,5 m de ancho, y la faja no cultivada será de 1,5 m de ancho y el recorrido de tractor será 3,4 km por hectárea. Los costos de preparación de la tierra se calcularon del modo siguiente:

- Datos básicos

Sueldo del operador del tractor U\$S 1,075 por hora

Costos de maquinaria:

	Costo de Reparación/Hora	Depreciación	Total
Tractor	1,30 U\$S	0,80	2,10
Rotovador	0,70 U\$S	0,80	1,50
Total	2,00 U\$S	1,60	3,60

Consumo de combustible: un tractor y un rotovador por hora 14 litros

Precio del combustible: Gasoil 0,346/l U\$S

Precio del lubricante: 30% de los costos de combustible

Velocidad: 4 - 4,5 km/hora. Tiempo requerido: 0,80 horas por ha.

- Costos de Cultivo (por ha).

Sueldos	1,075/hor. x 0,8 hor. U\$S	= 0,86 U\$S
Costos de maquinaria	3,60/hor. x 0,8 hor. U\$S	= 2,88 U\$S
Costos de combustible	0,364/l x 14 l x 0,8 hor. U\$S	= 4,08 U\$S
Costos de lubricante	4,08/ha x 0,3 U\$S	= 1,22 U\$S

Total	9,04 U\$S
-------	-----------

Los gastos imprevistos y generales se incluirán más tarde en el total de los gastos de trabajo.

1.5 Plantación y Regeneración

1.5.1 Plantación

1) Eucalyptus spp.

Antes de plantar deberán determinarse los intervalos entre árboles.

El espaciamiento depende del propósito de la plantación, la fertilidad del sitio y la rapidez de crecimiento y los costos de plantación.

Las relación entre el espaciamiento y el número de árboles plantados es la siguiente:

Intervalo de línea x Intervalo de planta (m)	Área por árbol (m ²)	Nº de árboles por ha.
2,5 x 2,5	6,25	1.600
3 x 3	9	1.111
3 x 2,5	7,5	1.333
3 x 2	6	1.666
3,5 x 3	10,5	952
3,5 x 2,5	8,75	1.142
3,5 x 2	7	1.429
4 x 3	12	833
4 x 2,5	10	1.000
4 x 2	8	1.250

En la plantación de eucalipto, el número de árboles por hectárea suele oscilar entre 1.111 y 1.666.

Como las especies de eucalipto crecen rápido, 1.111 plantas por hectárea es suficiente para una rotación de diez años o más. Si la rotación es de menos de diez años, una plantación densa de entre 1.333 y 1.429, 1.600 a 1.666 plantas por ha. podría producir mejores cosechas.

Aunque la rotación sea de diez años o más, una plantación densa de entre 1.600 y 1.666 plantas por ha. sería mejor, para producir madera excelente (para aserraderos y fábricas de contrachapado), rascar.

Las líneas de plantación rectas y paralelas resultan favorables para operaciones posteriores de máquinas. Para ello se han utilizado métodos diversos, como por ejemplo: 1) Tirar sogas rectas y marcar para indicar los puntos de plantación; 2) Establecer los objetivos y marchar hacia ellos; 3) Fijar salientes a las ruedas del tractor y marchar recto para que el tractor haga los hoyos de plantación.

Una barra larga de hierro se utiliza en la plantación de árboles. Es eficiente insertarla en el suelo y desplazarla hacia adelante y hacia atrás para hacer los hoyos.

Las plantas se extraerán con cuidado de las macetas sin dañar las raíces. Como las bolsa de polietileno son desechables, es mejor cortarlas con un cuchillo o con unas tijeras.

El tiempo adecuado de plantación es el comienzo de la estación de lluvias pues es necesario que llueva varias veces después de plantar. Es una decisión crítica el determinar el tiempo de plantación.

Las plantas en maceta muestran porcentajes altos de supervivencia. Las especies de eucalipto son resistentes a la sequía. Aunque no hay mucho temor de que se sequen, todas las plantas no sobrevivirán. Aunque algunas de ellas se marchiten y se sequen, esto causará poco efecto en las que quedan a no ser que el porcentaje de secas exceda el 15%. Si el porcentaje sobrepasa el 15% es necesario reponer las plantas que se han secado lo antes posible dentro de un año después de la plantación (deberá evitarse la estación seca).

2) Pinus spp.

Igual que la especie del Eucalyptus, la especie Pinus se planta a una distancia de 3 m x 3 m (1,111 piezas/ha), 3 m x 2,5 m (1.333/ha), 2,5 m x 2,5 m (1.600/ha), o 3 m x 2 m (1.666/ha) entre árboles.

En el caso de las especie del eucalipto, como ya se dijo, unas 1,111 por ha. es un número favorable para producir madera de pulpa y de combustión a costos bajos pues crece rápido y las ramas inferiores se secan y caen pronto.

Las especie del pino crecen lento y las ramas inferiores tardan mucho en secarse y caer en comparación con la especie del eucalipto, y por lo tanto, deberán plantarse más densamente que la primera (por ejemplo entre 1.600 y 1.666 plantas/ha).

Si se desea recuperar pronto el capital, y el objetivo de la plantación es producir madera para pulpa, es aconsejable elegir un espaciamiento de 3 m x 3 m (1.111 arboles/ha) o 3 m x 2,5 m (1.333/ha) y omitir la poda y raleo posteriores para reducir los costos.

Por otra parte, si se produce madera de buena calidad como madera de aserrío y contrachapado a costos mayores o menores, deberá emplearse otro método. O sea, un espaciamiento de 2,5 m x 2,5 m (1.600 plantas/ha) o 3 m x 2 m (1.999 piezas/ha) se seleccionará y los árboles serán podados y raleados.

Los métodos de plantación y las herramientas de plantación suplementarias son las mismas que en la especie Eucalyptus.

Las líneas de plantación deberán ser rectas, y el espaciamiento deberá ser preciso para que puedan realizarse los trabajos de raleo de una manera eficiente, y que crezcan bosques sanos consistentes de un número adecuado de árboles en el futuro.

Para realizar una plantación en línea en forma adecuada, vea el párrafo referente a esto para Eucalyptus spp.

3) Populus/Salix spp.

Las especies Populus/Salix resultan rentables en la producción de madera de aserrío y contrachapado pues crecen bien y son fáciles de procesar y la tendencia existente en la demanda es favorable. A continuación se describen dichas especies suponiendo que se plantarán para producir contrachapado y madera de aserrío.

Algo importante al plantar las especies Populus y Salix es el tiempo de plantación. La plantación deberá completarse antes de que broten y echen hojas. Deberán evitarse estaciones en las que hiele mucho. En áreas en las que no hiele es posible plantar después de la caída de las hojas hasta antes de que echen brotes en la primavera.

Deberá tenerse mucho cuidado con las plantas durante el traslado y tiempo de plantación para que sus raíces no se sequen. Deben cortarse las raíces grandes y largas.

El tamaño de los hoyos de plantación es de 30 cm x 30 cm.

Si se echan fertilizantes en los hoyos, dañarán las plantas. Por lo tanto, no se realizará fertilización en los hoyos.

En Europa se considera que un espaciamiento de 4 m x 5 m ó 5 m x 5 m entre líneas es suficiente. Si se quiere, sin embargo, los árboles pueden crecer bien a intervalos de 4 m x 4 m y 3 m x 3 m. La relación entre el espaciamiento y el número de árboles plantados es la siguiente:

Intervalo de línea x Intervalo de planta (m)	Área por árbol (m ²)	Nº de árboles por ha.
5 x 5	25	400
5 x 4	20	500
4 x 4	16	625
3 x 3	9	1.111

Las plantas de Salix se producen por estacado en la mayoría de los casos. El modo de plantarlos es similar al de la especie Populus.

1.5.2 Regeneración por Rebrote

Algunas especies del género eucalipto pueden ser regeneradas por rebrote después de la tala. Particularmente la especie de eucaliptos conocida como grupo de resina en la que la corteza se pela en gran parte, tienden a brotar bien.

El grupo incluye *E. grandis*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. globulus* y *E. robusta*, todos los cuales brotan bien.

Cuando se cosechan los árboles, deberán evitarse estaciones secas (verano) y estaciones de heladas (invierno) para la regeneración por rebrote.

Es mejor cortar los tocones a un nivel de 10 a 20 cm. Si el nivel es inferior a 10 cm, el porcentaje de rebrote será menor. Si el nivel sobrepasa 20 cm, el porcentaje de rebrote no mostrará cambio alguno, pero el volumen de los árboles cosechados disminuirá. Mientras que los árboles de diez años o menos tiene mucha capacidad de rebrote, los árboles viejos pierden gradualmente dicha capacidad. La tala repetida hará declinar la capacidad de rebrote. Lo cual significa que las plantas madres que no brotarán aumentará con las talas, e igualmente que la calidad y el crecimiento de las plantas madres empeorará aunque rebroten.

La regeneración por rebrote suele ser factible tres veces por lo menos.

Los rebrotes en bosquecillos que han rebrotado serán raleados dentro de uno o dos años. En bosques vigorosos, aparecerán muchos rebrotes o más dentro de un año después de talar. En dichos bosques, el raleo se realizará aproximadamente un año después de que rebroten. En bosques de crecimiento lento, se retrasará el raleo. Los rebrotes serán raleados hasta que queden dos o tres por planta madre. Algunos informes dicen que si se deja sólo un rebrote por planta madre, la cosecha siguiente será un 60% menor. Por otra parte, la producción será igualmente reducida en un grado sustancial en bosques no raleados.

1.5.3 Costo de Regeneración

Los costos de la regeneración consisten de (1) costos de plantación, (2) costos de plantación suplementaria y (3) costos de desbrote que se realizará uno o dos años después de talar los árboles de Eucalyptus, Populus y Salix spp. Los costos fluctúan con el número de árboles plantados por ha. Se describirán los costos por especies.

(1) Costos de Plantación (U\$S)

1) Eucalyptus spp.

Densidad de plantación: 1.110 piezas/ha

Espaciamiento: 3 m x 3 m

Precio de la planta: El precio de venta será determinado por la Dirección Forestal: 0,070/pieza

Plantación: manual, sueldos de trabajador general, U\$S 0,825/hor.

Costos de maquinaria:

	Costo de Reparación por Hora	Depreciación	Total
Tractor	U\$S 1,30	0,80	2,10
Zorra	U\$S 0,25	0,25	0,50
Total	U\$S 1,55	1,05	2,60

(i) Costos de Transporte

Sueldos a operadores de tractor U\$S 1,075/hor. x 0,2 hor. = U\$S 0,215

Costos de máquinas U\$S 2,60/hor. x 0,2 hor. = U\$S 0,52

Costo de gasoil U\$S 0,364/l. x 11 l. x 0,2 hor. = U\$S 0,80

Costo de lubricante/combustible	U\$S 0,80/ha. x 0,3 hor. = U\$S 0,24
Sueldos a los trabajadores generales	U\$S 0,825/hor. x 1,0 hor. = U\$S 0,825

Subtotal	U\$S 2,60
----------	-----------

(ii) Costos de planta	U\$S 0,070/pieza x 1.110 = U\$S 77,70
(iii) Costos de plantación	32 árboles plantados por hora;
Trabajador general:	35 horas por ha.
Salarios	U\$S 0,825/hor. x 35 hor. = U\$S 28,9
Total de Costos de Eucalyptus	((i) + (ii) + (iii)) = U\$S 109,2

2) Pinus spp.

Densidad de plantación: 1.110 piezas/ha

Espaciamiento: 3 m x 3 m

Precio de la planta: El precio de venta será determinado por la

Dirección Forestal: 0,057/pieza

(i) Costos de Transporte	Los mismos que los de Eucalyptus U\$S 2,60/ha U\$S 0,057/pieza x 1.110 = U\$S 63,3
(ii) Costos de planta	U\$S 0,057/pieza x 1.110 = U\$S 63,3
(iii) Costos de plantación	37 árboles plantados por hora;
Trabajador general:	30 horas por ha.
Salarios	U\$S 0,825/hor. x 30 hor. = U\$S 24,75
Total de Costos de Pinus	((i) + (ii) + (iii)) = U\$S 90,62

3) Populus/Salix spp.

Densidad de plantación: 1.110 piezas/ha

Espaciamiento: 3 m x 3 m

Precio de la planta: El precio de venta será determinado por la

Dirección Forestal: 0,130/pieza

(i) Costos de Transporte	Los mismos que los de Eucalyptus U\$S 2,60/ha
(ii) Costos de planta	U\$S 0,130/pieza x 1.110 = U\$S 144,30

(iii) Costos de plantación	12 árboles plantados por hora;
Trabajador general:	92,5 horas por ha.
Salarios	U\$S 0,825/hor. x 92,5 hor. = 76,31

Total de Costos de Populus/ Salix spp.	((i) + (ii) + (iii)) = U\$S 223,21
---	------------------------------------

(2) Costos Suplementarios de Plantación

1) Eucalyptus spp.

Porcentaje suplementario 15%	167 piezas/ha
---------------------------------	---------------

(i) Costos de Transporte

Sueldos a operadores de tractor	U\$S 1,075/hor. x 0,2 hor. = U\$S 0,215
---------------------------------	---

Costos de máquinas	U\$S 2,60/hor. x 0,2 hor. = U\$S 0,52
--------------------	---------------------------------------

Trabajador general	U\$S 0,825/hor. x 0,2 hor. = U\$S 0,165
--------------------	---

Costo de combustible/ lubricante	U\$S 0,80 + U\$S0,24 = U\$S 1,04
-------------------------------------	----------------------------------

Subtotal	U\$S 1,94
----------	-----------

(ii) Costos de planta	U\$S 0,070/pieza x 167 = U\$S 11,69
-----------------------	-------------------------------------

(iii) Costos de plantación	10 árboles plantados por hora;
----------------------------	--------------------------------

Trabajador general:	16,8 horas por ha.
---------------------	--------------------

Salarios	U\$S 0,825/hor. x 16,8 hor. = U\$S 13,86
----------	--

Total de Costos de Eucalyptus	((i) + (ii) + (iii)) = U\$S 27,49
-------------------------------	-----------------------------------

2) Pinus spp.

Porcentaje suplementario 15%	167 piezas/ha
---------------------------------	---------------

(i) Costos de Transporte	los mismo que para el Eucalyptus U\$S 1,94
--------------------------	--

(ii) Costos de planta	U\$S 0,057/pieza x 167 = U\$S 9,52
-----------------------	------------------------------------

(iii) Costos de plantación	12 árboles plantados por hora;
----------------------------	--------------------------------

Trabajador general:	13,8 horas por ha.
---------------------	--------------------

Salarios	U\$S 0,825/hor. x 13,8 hor. = U\$S 11,4
----------	---

Total de Costos de Pinus	((i) + (ii) + (iii)) = U\$S 22,86
--------------------------	-----------------------------------

3)	Populus/Salix spp.	
	Porcentaje suplementario 15%	167 piezas/ha
(i)	Costos de Transporte	los mismo que para el Eucalyptus U\$S 1,94
(ii)	Costos de planta	U\$S 0,13/pieza x 167 = U\$S 21,71
(iii)	Costos de plantación	6 árboles plantados por hora;
	Trabajador general:	27,6 horas por ha.
	Salarios	U\$S 0,825/hor. x 27,6 hor. = U\$S 22,77
	Total de Costos de Populus/Salix	((i) + (ii) + (iii)) = U\$S 46,42

(3) Costo de Desbrote

En el caso de las especies de Eucalyptus y Populus/Salix, se quitarán los brotes dejando los dos o tres más fuertes uno o dos años después de la tala. Se supone que la especie de Eucalyptus se regenerará por brotes dos veces, mientras que la especie Populus/Salix se regenerará por brotes una vez. El costo del desbrote será el siguiente cuando se requieran cinco trabajadores generales por hectárea y por días:

Salario U\$S 6,60/persona/día x 5 personas/día = U\$S 33,00/ha

1.6 Mantenimiento

1.6.1 Deshierbe

1) Eucalyptus spp.

Si la luz solar es deficiente, las plantas no podrán sobrevivir y se secarán. Si crece malas hierbas y otros árboles habrá que eliminarlos para proteger a los árboles plantados. El deshierbe deberá realizarse un poco antes de que la maleza crezca hasta la altura de los árboles plantados, o cuando los árboles plantados todavía se ven. Es para no cortar los árboles de Eucalyptus junto con la maleza.

Existen tres métodos de carpida: 1) carpida total, 2) carpida en líneas y 3) carpida puntual. En muchos casos de plantación en Uruguay, la carpida puntual es adecuada.

La "carpida total" es la que más trabajo da ya que hay que extraer toda la maleza del sitio sin afectar los árboles plantados.

La "carpida en líneas" consiste generalmente en carpir 1 m aproximadamente a lo largo de las fajas de plantación. Dicho método es apropiado para la plantación a intervalos de 2 m.

La "carpida puntual" consiste en carpir sólo alrededor de los árboles plantados y es adecuado en los casos en los que las precipitaciones no sean muy abundantes, cuando el suelo no es lo suficientemente fértil para que las malas hierbas crezcan bien, o el espaciamiento es amplio. Es la manera más eficiente de carpir.

En Uruguay, el deshierbe de las plantaciones de Eucalyptus suele llevarse a cabo solamente una vez en muchos casos. La razón es que los árboles crecen rápido y sobrepasan a la maleza en tan sólo unos meses. Si la maleza crece rápido, sin embargo, habrá que carpir más de una vez. Si los eucaliptos crecen más rápidos que las malas hierbas, no se necesitará ninguna carpida.

2) Pinus spp.

En contraste con la especie del eucalipto que crece lo suficientemente rápido para soportar las malas hierbas y requiere un deshierbe, las plantas de pino son pequeñas y crecen lentamente y no sobrepasan 50 - 60 cm de altura un año después de la plantación. Si se planea la carpida enseguida después de la plantación resultará muy difícil encontrar los árboles plantados.

En muchos casos, la carpida es necesaria a los dos años de plantar. Deberá repetirse antes de que la maleza los invada. Particularmente durante el primer año de plantación, cuando las plantas son todavía pequeñas, la carpida suele ser necesaria.

La carpida puede ser llevada a cabo eficientemente por grupo, cada uno de los cuales consiste de trabajadores manuales con hoces y azadas y los operadores de máquinas desmalezadoras.

Para no cortar los árboles plantados por equivocación, los trabajadores manuales carpirán alrededor de los árboles plantados dentro de un diámetro de 1 m y los operadores de máquinas cortarán todo lo restante.

Con vistas a la seguridad, es muy importante que los trabajadores manuales vayan delante a una distancia considerable de los operadores de máquinas. Por consiguiente, se requieren más trabajadores manuales que operadores de máquinas.

3) Populus/Salix spp.

La carpida se realizará en el verano cuando la maleza crece, al año o dos años después de plantar y para que la maleza no exceda 1 m. Si las malas hierbas son todavía pequeñas, sin embargo, no es necesario carpir. En terrenos llanos, el uso de tractor hará la carpida más eficiente.

En áreas con depresiones, las malas hierba crecen rápido por lo que la carpida deberá realizarse lo antes posible.

1.6.2 Manejo

1) Eucalyptus spp.

Generalmente no se lleva a cabo podas en las plantaciones de Eucalyptus.

Las ramas inferiores de los árboles de Eucalyptus se secarán pronto y caerán de manera natural. No es necesario podarlas siempre que se planten 1.000 árboles o más por hectárea.

2) Pinus spp.

Antes de podar los pinos, deberá determinarse la utilización de su madera. A no ser que la poda esté enfocada hacia el propósito de la plantación, la madera no podrá venderse a precios altos a pesar de ser más costosa.

Por ejemplo, para producir madera de pino para contrachapado, la poda es muy útil considerando que posibilitará la producción de chapas sin nudos. En este caso, es adecuado podar los árboles hasta un nivel equivalente a múltiplos de longitud de una chapa más 0,5 m. desde el suelo. Es decir, si la chapa es de 2 metros, los árboles serán podados a un nivel de 4,5 o 6,5 m dos o tres veces hasta que se talen.

La primera poda se realizará hasta un nivel de 2,0 - 2,5 m cuando los árboles tienen una altura de 5 ó 6 m. La segunda poda será llevada a cabo hasta un nivel de 4,5 m cuando los árboles tienen 9 m. de altura. La tercera poda se llevará a cabo hasta un nivel de 6,5 m. cuando los árboles tienen unos 13 m. de altura.

Los árboles de podarán de tal manera que los sitios de poda estén casi a ras del tronco. Mediante dicho método, la corteza no tardará mucho en cubrir los sitios y el tronco podado puede producir madera sin nudos como si no hubiese tenido nunca ramas.

Mientras que el raleo es necesario en plantaciones con una densidad de más de 2.000 árboles por hectárea, no es necesario cuando la densidad es menor de 1.666 árboles por ha. hasta diez años después de plantar. En el último caso, será suficiente si el primer raleo se realiza al décimo año de la plantación (El primer raleo no tiene el propósito de venta de la madera obtenida).

Si no se podan los árboles durante los diez años de la plantación, serán enfermizos y vulnerables a plagas. Es necesario podarlos a tiempo.

3) Populus/Salix spp.

La mayoría de los árboles plantados se podan cuando sobrepasen 10 - 12 cm en D.A.P. y 10 m de altura, normalmente entre 7 y 8 años de edad. Serán podados hasta un nivel de 5 m utilizando una escalera de 4,5 m de largo. Volverán a podarse de nuevo para poder producir madera sin nudos de 6 ó 7 m de largo. La forma de podar los árboles Populus/Salix es similar a la de los árboles del género pinus.

Si un fuste de 10 cm o más de diámetro es podado, puede producirse madera de calidad para contrachapado, pues la parte del fuste de 10 cm o más de diámetro será descortezada para la producción de chapas, mientras que los nudos dentro de la parte con menos de 10 cm de diámetro se dejará en el corazón de la madera.

Un modo de reducir los costos de poda es diferenciar los árboles que serán raleados en un futuro cercano de los árboles que se dejarán hasta la tala para producir madera para contrachapado y luego podar estos últimos. Los árboles que no se podan son los que se entresacarán después.

1.6.3 Costo de Mantenimiento

El costo de mantenimiento se describirá clasificándolos en (1) costos de carpida, y (2) costos de poda/ralco por especies forestal.

(1) Costos de carpida (ha)

1) Eucalyptus spp.

Durante el primer año de plantación, las malas hierbas serán cortadas manualmente y con una rotativa unida al tractor. Durante el segundo año, las malas hierbas serán cortadas solamente con rotativa.

(1er. Año)

(i) Operador de tractor U\$S 1,075/hor. x 1,10 hor. = U\$S 1,18
 Trabajador general U\$S 0,825./hor.x 28,0 hor. = U\$S 23,10

Total U\$S 24,28

(ii) Costos de Maquinaria:

	Costo de Reparación/Hora	Depreciación	Total
Tractor	1,30 U\$S	0,80	2,10
Rotativa	0,40 U\$S	0,40	0,80
Subtotal	1,70 U\$S	1,20	2,90

1,10 hora/ha x U\$S 2,90/hora = U\$S 3,19

(iii) Combustible: Gasoil 0,364/l x 11 l x 1,10 hor. = U\$S 4,40

Costo de lubricante U\$S 4,40 x 0,3 = U\$S 1,32

Subtotal U\$S 5,72

Costo Total de Carpidas el 1er. año ((i) + (ii) + (iii)) U\$S 33,19

(2do. Año)

(i)	Operador de tractor U\$S 1,075/hor. x 1,10 hor.	= U\$S 1,18
(ii)	Costos de Maquinaria: Tractor + Rotativa U\$S 2,90/hor. x 1,10 hor.	= U\$S 3,19
(iii)	Combustible/lubricante: lo mismo que el primer año	= U\$S 5,72
	Gastos Totales de Carpida el 2do. año (i) + (ii) + (iii)	U\$S 10,09

2) Pinus spp.

Como la especie del eucalipto, la especie del pino requiere carpida manual con rotativa el primer año de plantación y el segundo. En el segundo año, sin embargo, se necesitarán la mitad de los trabajadores iniciales.

(1er. Año)

Los mismos costos que Eucalyptus spp. U\$S 33,19

(2do. Año)

Los mismos costos que Eucalyptus spp. U\$S 10,09
Salarios de los trabajadores manuales
U\$S 0,825/hor. x 14,0 hor. U\$S 11,55

Total U\$S 21,64

3) Populus/Salix spp.

Las especies Populus/Salix requieren las mismas carpidas que Eucalyptus spp.

Costos de carpida el 1er. año U\$S 33,19
Costos de carpida el 2do. año U\$S 10,09

(2) Costos de Poda y de Mejoramiento

Solamente se podarán los árboles que no se ralean. Los costos de poda se calculan suponiendo que la primera poda sería llevada a cabo hasta un nivel de 2,5 m el cuarto año de la plantación cuando los árboles tienen de 5 a 6 m de alto, y la segunda poda sería realizada hasta un nivel de 4,5 m el séptimo año cuando los árboles tienen unos 9 m.

1) Primera Poda

Los árboles de mala calidad serán talados en el transcurso de la poda. Aunque la corta de mejoramiento se realiza si árboles diversos perturban el crecimiento de los árboles plantados, se necesita muy raras veces hacerlo en Uruguay.