



Manejo y Mantenimiento de Plantaciones Forestales

- *Pinus radiata*
- *Eucalyptus sp.*



Autores

Álvaro Sotomayor G.
Erich Helmke W.
Edison García R.



MANEJO Y MANTENCIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES
Pinus radiata y Eucalyptus sp.

Autores:

Álvaro Sotomayor G.	Ingeniero Forestal, M.Sc., INFOR
Erich Helmke W.	Consultor Forestal
Edison García R.	Ingeniero Forestal, INFOR

RPI N° 123.980

ISBN: 956-7727-86-4

Documento de Divulgación N°23

Diseño Gráfico :

Andrés Hinojosa C.

Enero, 2002

Impreso en LOM Ediciones

Contenido



Introducción	2
1. Aspectos Generales de Producción Forestal y Silvicultura	3
1.1 Objetivos	3
1.2 Información	3
1.3 Tipos de Productos	4
1.4 Relación entre Silvicultura y Producción	4
2. Mantenimiento y Protección	7
2.1 Mantenimiento	7
2.1.1 Control de malezas	7
2.1.2 Fertilización	9
2.1.3 Corrección Fustal (o de forma)	10
2.1.4 Exclusión de Animales Domésticos	11
2.2 Protección	12
2.2.1 Protección Fitosanitaria	12
2.2.2 Protección contra Incendios	12
3. Manejo Forestal	15
3.1 Selección y Clasificación de los árboles	16
3.2 Podas	18
3.2.1 Objetivo de la Poda	18
3.2.2 Oportunidad e Intensidad de la Poda	18
3.2.3 Tipos de Poda	19
3.2.4 Calidad de Poda	20
3.2.5 Frecuencia de Poda	20
3.2.6 Epoca de Poda	21
3.2.7 Herramientas e Implementos de Poda	21
3.3 Raleos	22
3.3.1 Objetivo del Raleo	22
3.3.2 Tipos de Raleo	23
3.3.3 Oportunidad de Raleo	23
3.3.4 Herramientas e Implementos de Raleo	24
4. Esquemas Generales de Manejo	26
4.1 Esquemas de Manejo para Plantaciones	26
4.1.1 <i>Pinus radiata</i>	26
4.1.2 <i>Eucalyptus sp.</i>	29
5. Evaluación de Esquemas de Manejo	32
5.1 <i>Pinus radiata</i>	32
5.1.1 Volumen Total	32
5.1.2 Volumen por Productos	33
5.1.3 Evaluación Económica	34
5.2 <i>Eucalyptus sp.</i>	36
5.2.1 Evaluación económica	36
6. Código de Práctica de Manejo	38
6.1 Normas Generales Ambientales y de Seguridad	38
6.2 Normas a considerar en actividades de poda	38
6.3 Normas a considerar en actividades de raleo	39
Bibliografía	40
Anexos	
Anexo 1: Bases de Simulación para Esquemas de Manejo <i>Pinus radiata</i>	41
Anexo 2: Bases de Simulación para Esquemas de Manejo <i>Eucalyptus</i>	44
Anexo 3: Cálculo de volumen	46
Anexo 4: Resultados Evaluación Económica y Productos	48
Anexo 5: Resumen de Prescripciones para Actividades de Mantenimiento y Manejo en Plantaciones	50



El presente documento ha sido preparado en el marco del proyecto INFOR-FDI "Programa de transferencia tecnológica para un desarrollo forestal sustentable de pequeños y medianos productores", como una guía para apoyar a los profesionales u operadores forestales que asesoran a propietarios de bosques y realizan actividades de mantención y manejo silvícola en plantaciones forestales destinadas a la producción de madera; además, puede ayudar al propietario o productor forestal que autogestiona estas labores silvícolas, ya sea efectuándolas directamente o con trabajadores bajo su dependencia. Las orientaciones que se entregan son compatibles y armónicas con otros objetivos propios e intrínsecos de los bosques, como son la protección al suelo, calidad de aguas y el cuidado del medio ambiente entre otros y, es la continuación del documento "Establecimiento de Plantaciones Forestales", elaborado en el contexto del mismo proyecto.

Pinus radiata (D.Don), *Eucalyptus globulus* (Labill) y *Eucalyptus nitens* (Dean et Maiden) corresponden a las principales especies componentes de las plantaciones forestales en Chile, desde la V Región de Valparaíso hasta la X Región de Los Lagos; producto de ello, los principales mercados forestales nacionales se desarrollan en torno a sus maderas. No obstante, existen otras especies y opciones de producción que no son materia de este documento.

Una vez establecida una plantación, es decir cuando exista la suficiente cantidad de plantas, con un espaciamiento adecuado y, que además estén creciendo activamente, se inicia la etapa de mantención y luego el manejo forestal de ella, sin descuidar las actividades de protección que son de carácter permanente. La oportunidad, técnicas y costos con que se realicen las distintas actividades silviculturales, guardan una estrecha relación con los volúmenes y tipos de productos maderables posibles de conseguir de un bosque, y en consecuencia, con su rentabilidad.

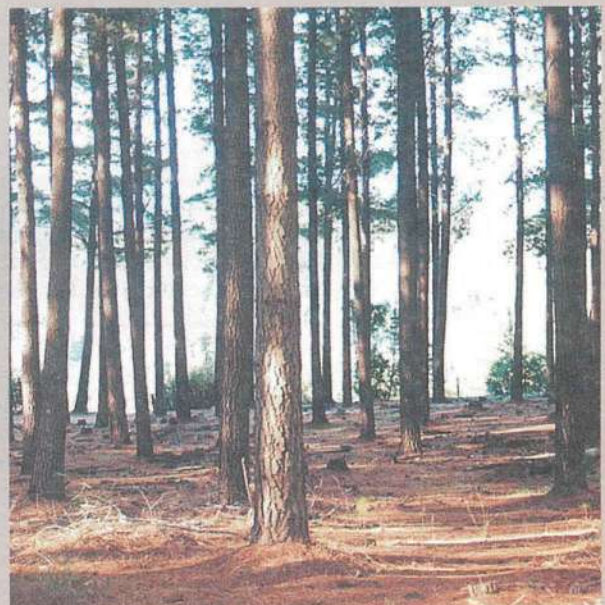
En este documento se mencionan aspectos de producción forestal y silvicultura, por la interrelación existente entre los objetivos de producción y las distintas actividades de mantención y manejo, que se deben ejecutar en las diferentes etapas de la vida de un bosque. Con una mejor visualización global, se pretende apoyar al operador y/o productor forestal,

de forma que puedan ajustar sus decisiones a su realidad particular.

A continuación se abordan, en forma general, los objetivos y fundamentos de las principales actividades de mantención y protección necesarias, luego del establecimiento. Ellas se refieren a los trabajos y cuidados requeridos para minimizar pérdidas causadas por animales, interferencia por malezas, enfermedades y plagas, e incendios forestales.

Posteriormente se analizan con mayor detalle las actividades propias del manejo forestal, que corresponden a aquellas que se efectúan para obtener distintos productos del bosque, agregando valor a éstos y que permitan, a su vez, cumplir con los objetivos de producción forestal. Se explican sus objetivos, fundamentos y formas de ejecución.

Por último, se señalan los principales esquemas generales de manejo en uso en la actualidad, orientados a las plantaciones de *Pinus radiata* y de *Eucalyptus nitens* y *E.globulus*, y una evaluación económica de éstos. Su aplicación y ajuste a cada caso en particular, dependerá de las características propias de la realidad de cada productor, por lo que no se pretende recomendar ninguno de ellos en particular. Los esquemas procuran conjugar los principales aspectos biológicos, comerciales y operacionales, normalmente considerados para dichas plantaciones.



1. Aspectos Generales



1. Aspectos Generales de Protección Forestal y Silvicultura

1.1 Objetivos

El fin último de las plantaciones forestales es alcanzar los objetivos de producción que permitan obtener la mejor rentabilidad para el productor, en concordancia con otros objetivos como la conservación de los suelos, protección de cursos de agua, fauna, belleza escénica y otros.

En forma simplificada, el objetivo principal de un productor forestal puede ser desde lograr el máximo volumen total por unidad de superficie (muchos árboles por hectárea, delgados, sin poda, para producción de pulpa), hasta obtener el máximo volumen de materia prima de buena calidad (pocos árboles por hectárea, gruesos y de buena forma, podados en forma sucesiva y oportuna, para maderas libre de nudos y defectos) para lograr productos industriales de mayor valor agregado. Debe tenerse presente que los objetivos de producción se pueden lograr en mejor forma, si se tiene claridad desde un inicio el destino que se le dará al bosque, aunque estos se pueden reorientar en algún grado durante la vida del bosque, ya sea por cambios de mercado o por condiciones propias de este.

Además, cualquiera sea el objetivo del productor, siempre se debe propender a producir eficientemente, para la obtención del mayor volumen posible de los productos del bosque, cumpliendo los estándares de calidad requeridos, al menor costo y en el menor plazo, y en concordancia con la protección del medio ambiente y la legislación vigente.

1.2 Información

Una de las características distintivas y propias del negocio forestal son los plazos que transcurren entre el establecimiento de la plantación y la venta de la madera cosechada. Su mayor o menor éxito, medible en términos económicos clásicos como la rentabilidad, dependerá de una serie de variables, algunas de las cuales son controlables por el productor (p.e. aspectos de establecimiento, mantención, manejo de la plantación y cosecha del bosque) y otras externas (p.e. clima, precios de venta de los productos y riesgos de la naturaleza), en los que la influencia del productor es baja o nula.

En este sentido, es básico el manejo de información estratégica, la cual idealmente puede conseguirse a través de una adecuada asesoría de un profesional forestal y plasmada en un *Proyecto Forestal*. Al disponer de un proyecto escrito, donde se definen objetivos de producción y se esbozan las distintas actividades a realizar en el tiempo, así como sus costos e ingresos asociados, el productor podrá estimar su rentabilidad, disminuir su incertidumbre y programarse de mejor forma, minimizando errores que pueden afectar su negocio.

La información estratégica o clave, idealmente debe responder en forma suficiente las siguientes interrogantes:

- ¿Qué opciones de producción existen para el sitio o terreno en evaluación?
- ¿Cuál es el flujo de caja del proyecto?
- ¿Cuál es la rentabilidad esperada del proyecto?
- ¿Qué factores pueden modificar dicha rentabilidad y en qué magnitud?; es importante tener definición de escenarios y realizar análisis de sensibilidad.

Para ello se debe conocer los mercados, actuales y tendencias futuras, estimar la oportunidad y costo de las distintas actividades a realizar y, los ingresos; así como el costo alternativo de la tierra y del capital. Dependiendo de la etapa en que se encuentre el proyecto forestal, se deberá corroborar lo siguiente:

- En los terrenos que se dispone, es conveniente definir con anterioridad, ¿qué, cómo y a qué costo plantar?, considerando la especie a plantar, técnicas a utilizar en preparación de sitio, control de malezas, tipo de planta y técnicas de plantación, fertilización, y otros aspectos relacionados (ver Establecimiento de Plantaciones, INFOR, 2000);
- Una vez plantado, definir, ¿Qué labores se deben realizar para obtener el volumen de productos proyectados? ¿Cuándo, cómo y a qué costo realizar las faenas?, considerando entre otras actividades: controles de malezas y enfermedades, fertilización, podas, raleos y protección contra incendios.
- ¿A quién y a qué valor se podrían vender los distintos productos?;
- Productos demandados y sus valores, para estimar ingresos; así como distancia a mercados y requerimiento de caminos;
- Volumen y edad probable de cosecha, para hacer cálculo inicial de sus costos y margen para el bosque en pie.



1. Aspectos Generales

1.3 Tipos de productos

Las trozas, o fustes enteros del árbol, provenientes del bosque tendrán distintos usos y valores, de acuerdo a las características propias de cada especie, sus condiciones de crecimiento, el cuidado y manejo a que se ha sometido el bosque como un todo, la edad de rotación, la forma en que se realice la cosecha y, por cierto, según dónde y cómo sean procesadas para obtener distintos productos.

En este sentido, es importante que el productor pueda generar aquellos tipos de productos por los que logre el mayor precio y, consecuentemente, un mayor margen de utilidad. Por ello, especialmente en pequeñas y medianas propiedades, la asociatividad con otros productores para la cosecha y comercialización puede otorgarle beneficios adicionales, vía reducción de costos, así como mejores precios al ofertar un mayor volumen.

El mercado interno demanda trozas de madera de diversas calidades para ser procesadas y elaboradas por la industria forestal primaria; según su uso, se pueden destinar principalmente a la industria del aserrío, pulpa, astillas, postes, polines, debobinados y foliados para tableros. No obstante, para el productor forestal, además del autoconsumo predial para distintos usos, también existe un importante mercado de madera para usos energéticos (combustible), artesanales y otros usos menores. Las distintas opciones de producción se abordarán en mayor detalle en los esquemas de manejo.

Según los usos primarios de la madera mencionados, los trozos se pueden clasificar en forma simplificada según sus diámetros, en madera gruesa y delgada. Resumidamente, algunas de sus principales características se mencionan a continuación:

- **Madera gruesa:** se destina principalmente para la obtención de trozos destinados a la producción de madera aserrada, dimensionada, y en menor proporción para trozos debobinados y foliados; además, otros se utilizan para postes de grandes dimensiones y trozos de exportación. Se emplean trozos de dimensiones mayores (diámetros desde 18-22 cm hasta 40-50 cm, y más) y de buena calidad (rectos y sin curvaturas, u otros defectos). Para algunos usos se requiere que la madera esté libre de defectos, básicamente sin nudos. Para usos aserrables, en general, la presencia de nudos muer-

tos castiga el valor de la madera, requiriéndose nudos vivos o firmes. La madera gruesa proviene principalmente de los trozos básales, correspondientes a la primera y segunda troza o a los primeros 6 metros, produciéndose mayor volumen de ellos en bosques manejados (raleados). El valor unitario de este tipo de madera siempre es mayor que el de madera delgada; a mayor diámetro y calidad, se obtiene un mejor precio.

- **Madera delgada:** también llamada madera pulpable y astillable, proviene principalmente de los raleos comerciales, de la cosecha de plantaciones jóvenes, de bosques sin manejo y de la parte superior de los árboles provenientes de cosecha en bosques mayores. Su consumo mayoritario se destina a la producción de celulosa (plantas de celulosa locales, astillas o chips y madera pulpable de exportación) y tableros (de fibra y partículas). También se usa para polines, rodrigones, postes delgados, estacas, combustible, entre otros usos. Para ello generalmente se emplean trozos con diámetros desde a 8 - 18 cm, y en *Eucalyptus sp.* se acepta desde 5 cm; además, para pulpa y astillas también se utilizan aquellos trozos más gruesos, cuyos defectos, principalmente curvaturas y rajaduras, los descalifican para usos más exigentes, como es la madera aserrada. Un importante volumen de un bosque puede destinarse a estos usos; en bosques manejados puede llegar a un 10-25% del volumen total (Cuadro 13), pudiendo llegar a un 50% en bosques no manejados, y hasta el 100 % en plantaciones orientadas a producir sólo madera pulpable. El valor unitario de este tipo de madera es menor al de la madera gruesa, lo cual no significa que no sea interesante de producir; bajo algunas condiciones incluso puede ser el objetivo final, utilizando rotaciones cortas.

1.4 Relación entre Silvicultura y Producción

Dado el tiempo que transcurre entre las diferentes etapas en la vida de una plantación, es importante comprender y prever cómo las distintas decisiones y actividades se interrelacionan y afectan fases posteriores; el dicho "*La cadena es tan fuerte como el más débil de sus eslabones*" cobra especial relevancia en el negocio forestal.

Para una mejor comprensión de la relación existente entre la silvicultura (acciones relacionadas con el

1. Aspectos Generales



establecimiento, mantención, protección y manejo de los bosques) y los objetivos de producción del bosque, seguidamente se esbozan algunas relaciones básicas, que funcionan dentro de los rangos de densidad de plantación normalmente usados en el país. Para mayor detalle de las etapas iniciales del establecimiento de plantaciones, se recomienda ver los documentos "Establecimiento de Plantaciones Forestales, INFOR, 2000", y "Manual de Plantaciones Forestales para Pequeñas Propiedades, INFOR, 2001".

De acuerdo a las condiciones propias del terreno a plantar y los mercados previstos, se debe seleccionar la especie a plantar, así como bosquejar las especificaciones del establecimiento, manejo y mantención, y evaluar los distintos objetivos de producción, considerando los siguientes aspectos:

Selección del sitio y la especie

- Un sitio de mayor productividad permite objetivos de producción de madera para usos con un mayor valor agregado o bien rotaciones más cortas. En ambos casos su rentabilidad será mayor respecto a un sitio de inferior calidad, con una similar ubicación respecto a los mercados; en este análisis, si no se es dueño de la tierra y se desea hacer la inversión, se debe considerar el precio de la tierra, que en mejores sitios puede tener alta incidencia en la rentabilidad del proyecto.
- La madera proveniente de plantaciones de *Pinus radiata* se utiliza en prácticamente todos los usos mencionados anteriormente. Ello se debe a sus características propias, al mayor desarrollo de la industria asociada, así como a condiciones globales de demanda.
- En el caso de plantaciones de *Eucalyptus sp.*, la principal demanda actual de su madera está dirigida hacia la producción de pulpa, así como la exportación de astillas y rollizos para el mismo uso. No obstante, existen otras opciones, que actualmente demandan menores volúmenes, como trozas para foliados, madera aserrada, parquets, muebles, postes y combustible. En los últimos años distintos estudios advierten además del uso potencial de *Eucalyptus*, especialmente *E.nitens*, para madera aserrada, debobinada y foliada; sin embargo, el productor debe orientar su manejo hacia aquellos productos que tenga mayor certeza de venta.

Establecimiento y manejo

Definida la especie a plantar y sus objetivos de producción, son fundamentales la oportunidad, las técnicas y los costos con que se desarrollen las distintas actividades silviculturales. Ello incide en el rendimiento del bosque (expresado como volumen de madera por hectárea) y, de los distintos productos a obtener. A su vez, los costos (egresos) de las actividades realizadas, especialmente los de establecimiento, manejo y cosecha, son elementos fundamentales que inciden en la rentabilidad del proyecto.

- El objetivo de producción define la densidad inicial (N° arb/ha) a usar en el establecimiento; una plantación destinada a producir madera pulpable, requiere densidades más altas que una con objetivo para producir madera aserrable, aunque en este caso se debe asegurar una densidad inicial adecuada para fortalecer una buena selección en la etapa de manejo y, el control del tamaño de ramas para asegurar la calidad de los trozos.
- Plantas de calidad, establecidas con técnicas adecuadas, crecerán mejor: una calidad genética superior de las plantas en una plantación les otorgará mayores expectativas de crecimiento y mejor forma, se necesitarán menos árboles (mayor espaciamiento) y la plantación será más homogénea.
- Una adecuada preparación del terreno, cultivo del suelo, espaciamiento entre plantas, control de malezas y fertilización, permitirá que cada planta exprese tempranamente y mejor su potencial de desarrollo.
- La relación densidad de la plantación (N° arb/ha)/espaciamiento, también se puede manejar mediante raleos; no obstante ello dependerá de los objetivos de producción. A menor número de árboles por unidad de superficie, se obtiene un menor volumen total, pero un mayor volumen de madera gruesa; sin embargo, para ello es fundamental seleccionar los mejores árboles residuales y manejar adecuadamente el espaciamiento para controlar el tamaño de ramas. En contraposición, a mayor número de árboles se genera mayor volumen total, y un mayor volumen de madera delgada.
- Para una adecuada planificación de las faenas de poda y raleo, es conveniente contar con un inventario de la plantación que contenga al menos información de densidad, calidad de los árboles, y parámetros como DAP, altura y área basal, e idealmente una simulación de su crecimiento. Con ello se podrá evaluar en mejor forma los criterios de intervención tanto en raleo como poda.



1. Aspectos Generales

- Las podas, correctamente efectuadas, permiten producir madera libre de defectos y/o con nudos vivos y, consecuentemente de mayor valor: la poda de ramas verdes produce madera con nudos vivos (firmes) y la cicatrización también suele ser más rápida, obteniendo posteriormente madera libre de defectos. No obstante, se debe tener en cuenta que a mayor intensidad de poda, es decir al remover una mayor proporción de follaje vivo, se produce una pérdida de crecimiento (volumen). La poda de ramas secas produce nudos muertos o sueltos; en este caso no se afecta la tasa de crecimiento del árbol, pero la cantidad de madera de calidad será menor. En un esquema de producción pulpable la poda no tiene justificación, ya que no se mejora el precio de la madera; en este caso, sólo sería conveniente una poda baja por efectos sanitarios y de transitabilidad.
- La edad de rotación depende de los objetivos de producción, de factores técnicos y biológicos como los ya mencionados, así como de aspectos financieros. A mayor crecimiento, menor edad de rotación o mayor volumen. A mayor rotación y costos incurridos, mayor es el efecto de la tasa de descuento sobre los costos de establecimiento incurridos y sobre la rentabilidad final; su contrapartida debe ser un mayor ingreso.

Mantenimiento y Protección

- Una conveniente estrategia para las actividades de mantenimiento y protección, permitirá que cada planta mantenga tasas de crecimiento cercanas a su potencial. Controles de malezas oportunos, permitirán crecimientos óptimos, aumentando el volumen de madera y/o disminuyendo la edad de rotación. Por otra parte, una cubierta densa de malezas arbustivas, dificultará las actividades de manejo y aumentará el peligro de incendios.
- El cuidado de la plantación recién establecida, para evitar pérdidas y daños causados por animales (domésticos y silvestres), permitirá ocupar de mejor forma el sitio. En casos extremos, la no consideración de estos aspectos o su inadecuada ejecución, puede producir la pérdida de la plantación.
- La prevención y/o corrección de daños causados por enfermedades o plagas, minimizará pérdidas de calidad, manteniendo el rendimiento esperado.
- La asociatividad entre pequeños y medianos productores puede ser muy beneficiosa para enfrentar riesgos de plagas e incendios; también, considerar la incorporación a instancias ya creadas

con dichos objetivos (CPF, Controladora de Plagas Forestales; CONAF, para estrategias de prevención de incendios; Sociedades Privadas de control de incendios forestales).

Finalmente, cada productor deberá optar por sus particulares objetivos de producción de acuerdo a su *Proyecto Forestal*, considerando las características de su propiedad y plantaciones, ubicación respecto a mercados, mayor o menor grado de riesgo respecto a productos masivos o especiales y, por cierto, según sus posibilidades de financiamiento. Efectuada su elección, deberá ejecutar las actividades de mantenimiento, protección y, en especial, las intervenciones silvícolas propias de su opción, considerando que éstas sean planificadas, presupuestadas, dirigidas y controladas adecuadamente. Cada una requiere de una especificación técnica, donde se establezca la forma de controlar la calidad, los avances periódicos, tanto para el cálculo de rendimientos, como para su posterior cancelación. Para lograr buenos resultados, es de vital importancia que la ejecución de las actividades sean efectuadas por personal capacitado y dotado de las herramientas apropiadas. Es importante que el productor registre las características de las actividades, como fecha de ejecución, costos involucrados y parámetros del bosque, especialmente cuando realiza podas y raleos. Dichos registros le permitirán llevar un mejor control de las faenas y, eventualmente, respaldar negociaciones cuando venda su madera de plantaciones manejadas.

- *Por los plazos que transcurren entre el establecimiento de una plantación y su cosecha, es conveniente preparar un Proyecto Forestal, donde se analicen cuáles son las mejores opciones para un determinado terreno.*
- *Las características del terreno a plantar determinan la especie a plantar y los volúmenes de madera posibles de obtener.*
- *Las posibilidades de venta de los distintos productos, así como los precios esperados, son muy importantes en la elección de la especie, del tipo de plantación y de su manejo posterior.*

2. Mantenimiento y Protección

- *El productor debe tratar de lograr la mayor utilidad por hectárea plantada, produciendo al menor costo, con un máximo de volumen de madera de aquellos productos propios de su esquema.*
- *Las técnicas de establecimiento usadas, así como la mantenimiento y protección posteriores, son fundamentales para acercarse al potencial de crecimiento de su sitio.*
- *En bosques plantados a alta densidad, se obtiene un mayor volumen de madera por hectárea, con trozas delgadas y con un valor unitario menor, lográndose una mayor producción de madera pulpable.*
- *En bosques plantados a baja densidad, con o sin manejo, se obtiene un menor volumen por hectárea, pero las trozas son más gruesas y de ellas se logran mejores precios; este mayor precio, se puede ver aumentado con la poda al producir madera sin defectos.*

2. Mantenimiento y Protección

Actividades y Objetivos

El objetivo de la mantenimiento y protección en plantaciones forestales es lograr el máximo de crecimiento y calidad para cada plantación o rodal, luego de su establecimiento. Corresponde a la ejecución de todas aquellas actividades necesarias para prevenir y minimizar pérdidas en el número de árboles, en su crecimiento y calidad, y que además sean económicamente justificables. En este documento, el término mantenimiento está orientado hacia aquellas labores silviculturales necesarias de realizar, luego de lograr un adecuado establecimiento (Nota: todos los aspectos para asegurar un adecuado establecimiento han sido incluidos en el documento anterior a esta serie, ver *Establecimiento de Plantaciones, INFOR, 2000* y *Manual de Plantaciones en Pequeñas Propiedades, INFOR, 2001*), e incluye: control de malezas y fertilización post-establecimiento, corrección fustal, exclusión de animales, y protección tanto fitosanitaria como contra incendios forestales. Las orientaciones que a continuación se entregan son de carácter general, debiendo el operador o productor forestal evaluar las acciones específicas para su situación particular.

2.1 Mantenimiento

Es usual que las plantaciones en su etapa inicial, vale decir desde su establecimiento hasta que los árboles tengan 3 a 4 metros de altura, requieran de atención en: control de malezas, fertilización, corrección fustal, y exclusión de animales.

2.1.1 Control de malezas

El control de malezas es una de las actividades de mantenimiento más importante para una plantación, desde el establecimiento hasta el cierre de las copas; la presencia de malezas puede causar desde un retraso importante en su crecimiento hasta la pérdida total de las plantas. La cubierta de malezas presente, en términos de densidad y tipo, depende de las características propias del área, pero además de las actividades realizadas durante el establecimiento de la plantación (ver *Establecimiento de Plantaciones, INFOR, 2000*, y *Manual de Plantaciones en Pequeñas Propiedades, INFOR, 2001*). Es recomendable que en situaciones de alta densidad de malezas arbustivas

2. Mantenimiento y Protección

y herbáceas, éstas sean controladas previo a la plantación y preferentemente con herbicidas, para evitar daños posteriores al cultivo forestal y por su efecto más permanente; sin embargo, esto debe ser previamente evaluado, tanto en los aspectos operacionales como de costos.

Como ya se indicó con anterioridad, las malezas causan distintos grados de interferencia sobre las plantas, dependiendo de las características propias de cada especie, del sitio, del tipo de malezas, de la época del año y otros factores. El manejo de las malezas es más relevante en la primera temporada de crecimiento de la plantación, pero debe prestársele atención durante los tres o cuatro primeros años, hasta el momento en que se produzca el cierre de copas de los árboles. La competencia por luz, agua y nutrientes, entre las malezas y las plantas se puede reflejar en un menor crecimiento y desarrollo de los árboles jóvenes, especialmente cuando se trata del género *Eucalyptus*; en casos severos se puede producir una casi total detención del crecimiento e incluso mortalidad de plantas. La competencia por luz, puede manifestarse en la etiolación e inestabilidad de las plantas (altas, delgadas y poco vigorosas), que suelen tenderse después de liberadas, o por efectos del viento, produciendo importantes pérdidas. También debe prestarse atención a la existencia de malezas con espinas, que puedan causar daño mecánico a las plantas recién establecidas. Por último, debe considerarse el desarrollo futuro de las malezas arbustivas y su efecto sobre el peligro de incendios, así como las dificultades para la ejecución de futuras faenas de manejo, como podas y raleos.

En general, a mayor intensidad de control de malezas, los árboles jóvenes responden con un mayor crecimiento al tener menos competencia por recursos del sitio; sin embargo, se debe analizar y evaluar previamente la rentabilidad de las distintas opciones.

Existen distintos esquemas, productos y técnicas de control de malezas, ya sean herbáceas o arbustivas, descritas en el documento "Establecimiento de Plantaciones, INFOR, 2000" y en Anexo 5 de este documento. La oportunidad del control, siendo un factor muy importante, dependerá de cada situación en particular; su resultado será mejor y su costo menor, si se realiza antes que se produzca la competencia, pero también debe conjugarse con aspectos operacionales. No obstante, debe



Figura 1: Plantación *Pinus radiata* con (A) y sin control de malezas (B) a los 10 meses Fuente: Forestal Mininco.

procurarse que, al menos, durante la época de primavera y verano la plantación crezca sin o con una mínima competencia.

El control puede tener distintas intensidades: en fajas, en tazas, como desmanche o local y, total (Figura 1), dependiendo de cada situación particular. Las técnicas de control más usadas corresponden a: corta manual (rozón, raspado con azadón), mecánica (desbrozadora, rana, raspado con máquina), y control químico (manual con bomba de espalda, con tractor u otros) (Anexo 5). El buen uso de agroquímicos permite la liberación de las plantas en forma más permanente, pero requiere de un alto grado de especialización y capacitación a fin de no causar daños tanto a la plantación, a las personas, animales y/o al medio ambiente.

2. Mantenimiento y Protección

Recomendaciones

- Se debe utilizar herbicidas de baja toxicidad (etiquetas verde, azul o amarilla); informarse adecuadamente sobre su dosificación, recomendaciones del fabricante, precauciones en su manejo y aplicación, así como de su residualidad.
- Evitar o minimizar la aplicación de herbicidas en suelos que presenten altos grados de erosión, o en áreas de protección, como cárcavas y cursos de agua.
- Solo usar herbicidas autorizados por la entidad competente (SAG), y su aplicación debe realizarse con supervisión de profesionales o expertos autorizados.
- Avisar a los vecinos que se aplicarán productos químicos, y tomar los resguardos en caso de cercanía a cultivos, animales domésticos, colmenares o fuentes de agua.
- Es obligatorio utilizar elementos de seguridad (mascarilla de doble vía, lentes protectores, gorro protector, vestimenta protectora, botas y guantes), para evitar intoxicaciones en los trabajadores, tanto en la manipulación como en la aplicación.
- No transportar ni almacenar productos químicos junto con alimentos, ropa y otros elementos de uso personal.
- Preparar las mezclas alejado de cursos de agua, utilizando envases apropiados y seguros. No cambiar los productos de sus envases originales. Al vaciarlos, efectúe un triple lavado, incorporándolo a la mezcla y luego perforé el envase. No dejar envases botados en

terreno, no vaciar restos de productos químicos en el suelo ni en cursos de agua y evitar derrames.

- Lavar bien la manos antes de la colación y comidas, así como al finalizar el trabajo diario.

2.1.2 Fertilización

Como se ha mencionado en otras publicaciones relacionadas (ver Establecimiento de Plantaciones, INFOR, 2000; Manual de Plantaciones en Pequeñas Propiedades, INFOR, 2001), la fertilización ayuda tanto en el establecimiento de las plantaciones, en el prendimiento y desarrollo, como en un aumento de la productividad. Pero un adecuado diagnóstico, mediante un análisis químico del suelo, previo al establecimiento de la plantación y posteriormente durante el desarrollo del rodal, indicará la necesidad, las dosis a utilizar (Anexo 5) y la rentabilidad de efectuar fertilizaciones preventivas y/o de apoyo, evitando pérdidas de crecimiento, así como la necesidad de efectuar fertilizaciones correctivas posteriores. Este diagnóstico debe ser realizado en base a procedimientos estándar y analizados en laboratorios especializados.

También se ha mencionado en documentos anteriores que cuando la plantación es fertilizada sin realizar control de malezas, la competencia de éstas, normalmente aumenta, pudiendo provocar mortalidad en las plantas establecidas, por lo que no es recomendable fertilizar sin haber asegurado un adecuado control de las malezas previo, especialmente de herbáceas.

La fertilización correctiva puede ser necesaria si se detectan síntomas de deficiencias nutricionales, que se manifiestan de diversas maneras (coloraciones anormales del follaje, secamiento de partes de hojas y/o ápices, crecimiento bajo o anormal y otros síntomas). En este caso es conveniente diagnosticar apropiadamente y actuar según ello.

Por lo tanto, existen fertilizaciones para mejorar el establecimiento, de mantenimiento y corrección (Anexo 5), y para aumentar la productividad del bosque (volumen de madera por hectárea) durante la etapa

2. Mantenimiento y Protección

del manejo (Figura 2), junto con alguno de los raleos. Su rentabilidad e implementación debe ser analizada caso a caso.

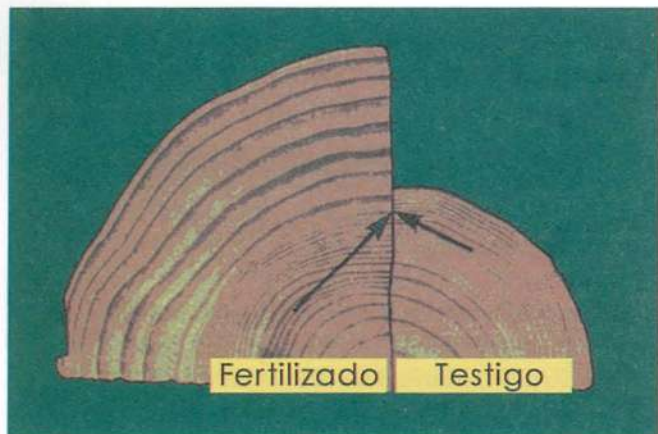


Figura 2: Efecto de fertilización con 250 kg P/ha como superfosfato, 8 años antes de la cosecha. Fuente: FRI, Bulletin 184.

Recomendaciones

- Las dosis de aplicación y la evaluación de la necesidad de fertilizar, pueden ser determinadas mediante un diagnóstico de suelos, utilizando un análisis químico de suelo, junto con una adecuada revisión y evaluación de la plantación.
- No botar restos de fertilizantes en cursos de agua, ni dejar envases abandonados en terreno.
- Tener cuidado en su manipulación; usar guantes y en caso necesario mascarillas.
- Lavar bien la manos después de su aplicación, especialmente antes de la colación y comidas.

2.1.3 Corrección fustal (o de forma)

Esta corrección consiste en seleccionar aquellos árboles de buen crecimiento, con bifurcaciones o deformaciones en el fuste, producto de daños causados por efectos del clima (viento, heladas, nieve), animales o plagas, y aplicar un método correctivo para mejorar su forma. En general esta actividad puede requerirse en plantaciones nuevas, donde exista un alto porcentaje de plantas con problemas de flecha (bifurcadas, multiflecha, curvaturas severas), que derivarán en igual porcentaje de fustes indeseables, afectando la selección futura de árboles.

Esta condición puede presentarse en :

- Plantaciones de *Pinus radiata* con daños producidos por ataques sucesivos de polilla del brote (*Rhyacionia buoliana*).
- Plantaciones creciendo en suelos deficitarios en boro.
- Plantaciones jóvenes de *E. nitens* y *E. globulus*, con muerte apical producto de heladas o nieve.
- Plantaciones establecidas con plantas de baja calidad genética.
- Plantaciones afectadas por daño de viento y/o animales.

En su operación, se elige la flecha o rama más vigorosa y recta para su mantención, cortando las demás (Figura 3). Con ello se busca, acelerar el proceso natural de competencia y crecimiento de diversas flechas, seleccionando una, y obtener una buena forma de los árboles, buscando la formación de un fuste único y recto.

Cabe reiterar que siempre será mejor prevenir la ocurrencia de daños y defectos como los mencionados, no obstante, cuando ocurren, la corrección fustal es un medio eficaz para subsanarlos en gran medida.

Por razones operativas y biológicas es conveniente que se efectúe esta corrección cuando los árboles dominantes-codominantes (los más altos del rodal), tengan entre 1,5 y 3 metros de altura. Con esa altura, al tener un diámetro pequeño, los árboles pueden ser corregidos más fácilmente y con un mejor rendimiento, lo que junto a su crecimiento vigoroso, permite una rápida cicatrización y recuperación de su forma.

En plantaciones de *Pinus radiata*, donde las deformaciones han sido producidas por polilla del brote, la

2. Mantenimiento y Protección

época de ejecución más apropiada es durante otoño a comienzos de invierno, dado que el daño principal de la temporada ya se produjo. Según los niveles poblacionales de polilla del brote, será necesario reforzar la corrección con aplicaciones de agroquímicos, a fin de reducir el nivel de daño para la temporada siguiente. También se puede reforzar este control utilizando la avispa *Orgilus obscurator* como controlador biológico, lo cual ha dado excelentes resultados en Chile; para la obtención de implantes con esta avispa, contactarse con CONAF o con la Controladora de Plagas Forestales. Si se decide realizar control biológico no se puede aplicar agroquímicos, dado que los productos utilizados no son selectivos y matará tanto a la polilla como a la avispa controladora. En caso de daño por viento la corrección debe hacerse después del invierno, de manera de evitar un nuevo daño por ocurrencia de temporales.

En el caso de plantaciones de *Eucalyptus sp.*, también es recomendable efectuar la corrección fustal durante otoño-invierno. No obstante, si hay posibilidad de nuevos daños por heladas es conveniente realizar la corrección durante primavera.

Dependiendo del tamaño de flechas y ramas se puede utilizar una tijera de podar, tijerón, serrucho cola de zorro o tijera de podar eléctrica o a batería.

2.1.4 Exclusión de animales domésticos

A fin de minimizar daños y pérdidas de plantas, se requiere excluir animales domésticos, como cabras, ovejas, vacunos, caballares y otros durante los primeros años de vida de la plantación, o hasta que esta alcance una altura de 2 a 3 m para animales menores, y sobre 3 m en animales mayores; para ello es importante la construcción de un cerco perimetral apropiado para cada condición, dependiendo del tipo de animales presente, y una adecuada mantención de este durante toda la rotación. Usualmente, las buenas relaciones con vecinos, asociándose en la protección, también ayudan.

Recomendaciones

- *Un buen cercado, para la exclusión de ganado durante los primeros años, evita pérdidas en el número de árboles o en su calidad.*
- *El control de malezas oportuno permite que las plantas crezcan libres de competencia. Es una de las actividades más importantes durante los primeros 3 - 4 años, después de realizada la plantación.*
- *Los mejores resultados de control de malezas se obtienen aplicando herbi-*



Figura 3: Secuencia de corrección fustal de *Pinus radiata* a los 34 meses (A) recién corregido, y a los 42 (B) y 54 meses (C), en zona de Valdivia, Chile. Fotos: Fernando Droppelman

2. Mantenimiento y Protección

cidas, con la dosis y productos apropiados. Para ello se requiere de conocimiento, técnicas apropiadas y personal capacitado.

- La fertilización normalmente es necesaria al momento de plantar, o dentro de los próximos 30 días luego de la plantación, y no debiera hacerse si no se ha realizado un control de malezas; también se puede fertilizar al segundo o tercer año, de acuerdo a las necesidades de la plantación.
- En árboles jóvenes, que hayan sufrido bifurcaciones o deformaciones del fuste y flecha, es posible su corrección, seleccionando la mejor flecha y cortando las restantes.

2.2 Protección

Las actividades de protección fitosanitaria y contra incendios forestales, en especial las de carácter preventivo, deben ser permanentes durante toda la vida de la plantación. Dado que las enfermedades e incendios no respetan los límites de propiedades, es conveniente abordarlas en conjunto con vecinos, otros productores y organizaciones, tanto privadas como estatales.

2.2.1 Protección fitosanitaria

La mejor defensa sanitaria para una plantación es la correcta selección de la especie para el sitio de plantación, efectuando posteriormente las labores necesarias de mantenimiento y manejo a fin de lograr un crecimiento vigoroso y permanente de los árboles, evitando situaciones de estrés, tanto hídrico, nutricional, como por luz y espacio. De esta forma se minimiza la incidencia de enfermedades o plagas y se logra una mejor recuperación en caso de producirse daños. Por la complejidad técnica del tema, que excede los alcances de este documento, es importante que el productor forestal se apoye en una adecuada asesoría profesional para su situación en particular. En caso necesario, se puede concurrir a

oficinas del SAG, CONAF, INFOR y Controladora de Plagas Forestales (CPF).

Para insectos dañinos, es importante considerar el manejo integrado de plagas (MIP), que considera una combinación de distintas prácticas: control biológico, control mecánico, intervenciones silvícolas y uso de agroquímicos, incluyendo una preocupación por la mantención de la diversidad ambiental (especies acompañantes, vegetación natural en zonas aledañas, mosaicos de edades y/o especies). No obstante, cada situación requiere de análisis y acciones particulares.

Para plantaciones de *Pinus radiata*, polilla del brote (*Rhyacionia buoliana*) es, en términos generales, la plaga que requiere de mayor atención en la actualidad; no obstante, también se debe estar vigilante respecto a la plaga potencial *Sirex noctilio* (avispa taladradora de la madera). En el caso de plantaciones de *Eucalyptus globulus*, especialmente al norte de la Región del Maule, el insecto perforador de fustes, *Phoracantha semipunctata*, puede causar daños económicos en situaciones de sequía o escasez de agua. Existen otros insectos que pueden afectar a las plantaciones de *Pinus radiata* y especies del género *Eucalyptus*, pero su ocurrencia y eventual daño económico son más bien puntuales y ocasionales.

El daño causado por enfermedades fungosas (hongos), normalmente se relaciona con situaciones cíclicas de exceso de humedad (caso del tizón de la banda roja, *Dothistroma septospora*, en *Pinus radiata*), como también de sequía (caso de *Diplodia pinea* en *Pinus radiata*). En ambos casos, las intervenciones silvícolas son una herramienta fundamental para disminuir sus efectos negativos. Ello se abordará en mayor detalle en las actividades de manejo.

2.2.2 Protección contra incendios forestales

El objetivo central de la protección contra incendios forestales debe ser prevenir su ocurrencia; en caso de producirse, se debe estar preparado para detectarlo oportunamente (avisar a CONAF) y poder combatirlo en sus inicios. Como ya se indicó con anterioridad, es recomendable coordinarse con otros propietarios de su zona, así como con instituciones como CONAF, Carabineros de Chile, Sociedades de Protección privadas, CORMA, Empresas Forestales u otras.

2. Mantenimiento y Protección

El productor forestal, además de coordinarse con otros propietarios, puede implementar, por su cuenta, numerosas medidas, algunas de las cuales se relacionan con otras actividades propias de sus bosques y plantaciones, así como con otras agropecuarias. A continuación se mencionan algunas de las más comunes:

Prevención

- Propender a usar técnicas alternativas al uso de fuego en sus actividades de habilitación de terrenos, como: ordenamiento de desechos ya sean de roce de matorrales, rastrojos agrícolas, de cosecha de bosques y otros, especialmente durante el período de ocurrencia de incendios.
- En caso de necesidad de uso del fuego, informarse adecuadamente concurrendo a CONAF o Carabineros de Chile, y respetar la legislación vigente; se debe tener presente que, para su uso, es obligatorio obtener un permiso previo. Además, informar a sus vecinos del eventual uso del fuego y solicitar reciprocidad.
- Regular el uso del fuego en su propiedad durante la época estival: prohibición de cocinar y fumar en el campo, no usar el fuego para extraer miel de panales silvestres y no autorizar la caza, para evitar la circulación de personas.
- Instalación de letreros de prevención de incendios forestales en los accesos al predio.

Presupresión

- Considerar y reconocer los beneficios adicionales del control de malezas oportuno, así como de las podas y de los raleos, como una forma de disminuir la cantidad y continuidad de combustibles existentes en su plantación, especialmente en el mediano y largo plazo. Reconocer a su vez el peligro de dichas actividades en el corto plazo, debido al aumento de material combustible a nivel de piso.
- Procurar mantener los cortafuegos libre de combustibles (desechos, matorral y pasto seco), especialmente a orillas de caminos públicos, líneas férreas u otros lugares de alto riesgo.
- Considerar el pastoreo con ovinos o vacunos en plantaciones, especialmente de Pino, cuando los animales ya no le causen daño a los árboles (altura superior a 3 metros). De esta forma se reducen combustibles y, con un adecuado manejo del bos-

que es posible mejorar la capacidad talajera.

- Evaluar la contratación de seguros contra incendios forestales.
- Informarse de fuentes de detección (torres de observación, casetas, guardas forestales, etc.) en su área de influencia, colaborando cuando sea oportuno y solicitando se le informen riesgos de incendios para su propiedad.
- Preparar un plan de contingencia en caso de producirse un incendio: contemplar capacitación básica a trabajadores; tener set básico de herramientas; esquemas de organización, y otras.

Recomendaciones

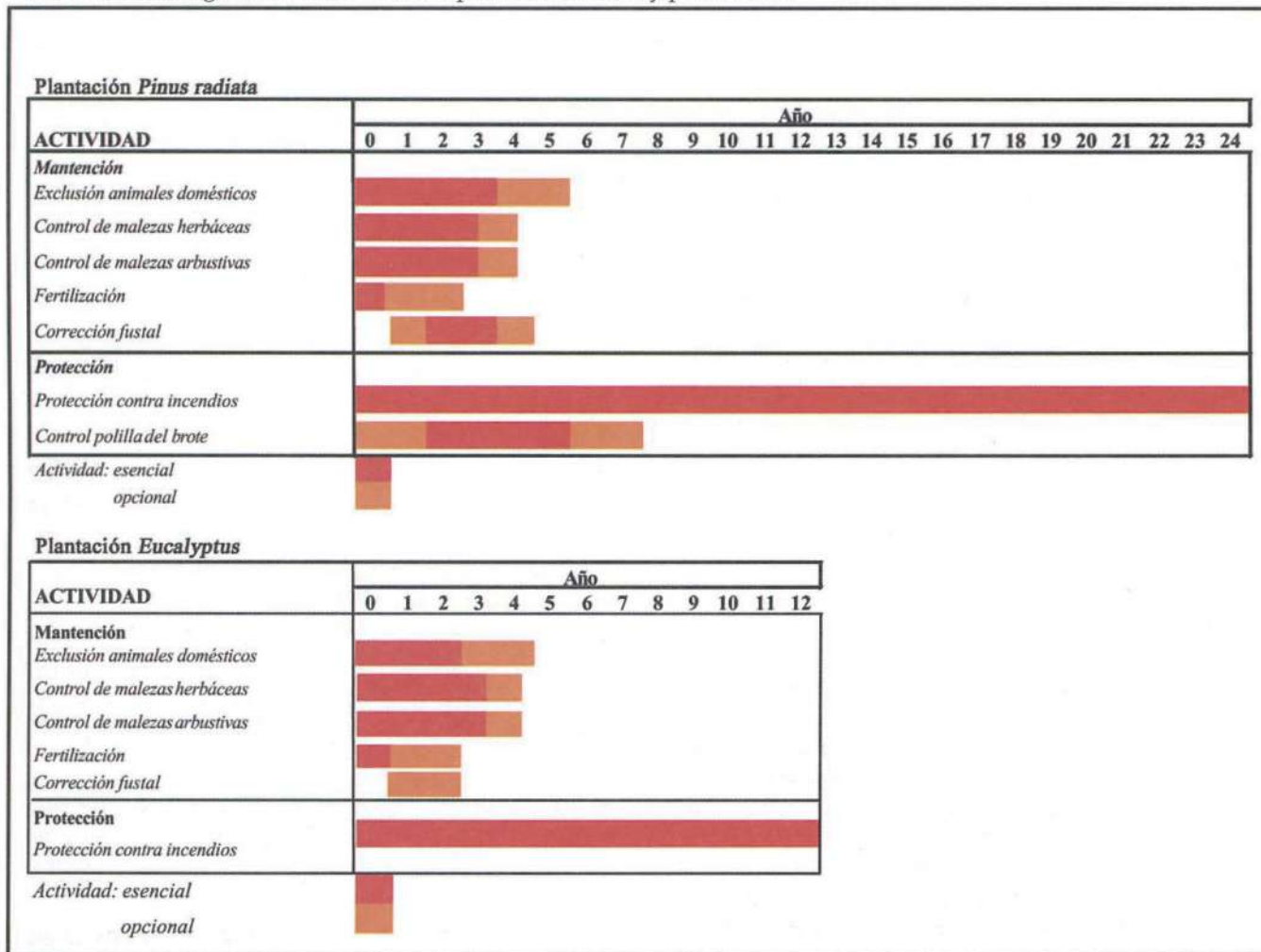
- *Una plantación con crecimiento vigoroso sufre menos daños por enfermedades o plagas.*
- *En plantaciones de pino radiata debe haber especial preocupación en prevenir o minimizar el daño causado por polilla del brote.*
- *En Eucalyptus globulus, Phoracantha semipunctata ocasiona graves daños cuando es plantada en zonas de escasez hídrica, por lo cual se debe evitar.*
- *El daño de enfermedades causadas por hongos, en general, se puede disminuir a través de la aplicación de intervenciones silvícolas, como podas y raleos.*
- *En caso de presencia de plagas, comunicarse con el SAG, CONAF, o con la Controladora de Plagas Forestales (CPF).*
- *La prevención de incendios forestales (evitar que ocurran) debe ser una preocupación permanente. Para ello es importante evitar el uso del fuego en las propiedades rurales, así como mantener una buena comunicación entre los vecinos.*

2. Mantenimiento y Protección

- Disminuir la cantidad de malezas, considerar el pastoreo con vacunos u ovinos (cuando no se produzca daño a los árboles), efectuar cortafuegos, e instalar letreros de prevención, pueden ser de gran ayuda.
- En caso de ocurrencia de incendio, avisar a CONAF y a Carabineros de

Chile, y realizar un control rápido de éste en sus inicios.

Cuadro 1: Guía general de actividades para mantenimiento y protección.



3. Manejo Forestal

Cuadro 2: Epoca ejecución actividades de mantención y protección.

ACTIVIDAD	Región	Mes											
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Mantención													
Control de malezas herbáceas	V - VII												
	VIII - X												
Control de malezas arbustivas	V - VII												
	VIII - X												
Fertilización	V - VII												
	VIII - X												
Corrección fustal													
Protección													
Contra incendios													
Epoca :recomendable posible													

3. Manejo Forestal

Objetivos y Actividades

El manejo forestal tiene como principal objetivo, entre otros, el de anticipar y/o acelerar la dinámica de crecimiento natural del bosque, de forma tal que, por medio de tratamientos silviculturales, tales como raleos, asociado con podas, concentrar el crecimiento del rodal en los mejores árboles, aumentando sus diámetros (volumen por árbol) y mejorando la calidad de la madera. En el caso de las podas, se busca obtener que la parte basal de los árboles, o las primeras trozas, queden sin ramas para la obtención de trozas gruesas con una importante proporción de madera libre de defectos, o con nudos vivos en la madera. La realización de las actividades de manejo, siempre estará asociada a los objetivos de producción definidos en un proyecto forestal; en general, ello puede corresponder a objetivos distintos si la producción del bosque esta destinada a maderas delgadas para pulpa a combustible o, a maderas gruesas para usos en el aserrío, remanufactura o en la industria de tableros.

A modo de ejemplo :

- Una plantación de *Pinus radiata* cuyo objetivo principal sea producir madera libre de defectos (aserrable y/o debobinable), con certeza necesitará de 2 a 3 podas, así como 2 o más raleos. En cada actividad, se seleccionarán los árboles que deben quedar hasta el final de la rotación.
- Una plantación de *Eucalyptus globulus* cuyo objetivo sea la producción de madera pulpable, donde interesa producir el máximo de madera por unidad de superficie y en el menor plazo posible, no necesitará ninguna intervención entre el establecimiento y la cosecha, sólo actividades de mantención y protección. Una plantación de *Eucalyptus sp.*, regenerada por rebrote de tocón (monte bajo), requerirá de clareo de varetas en sus inicios, cualquiera sea el objetivo de producción.

Asimismo, el momento y forma de ejecución de estas actividades de manejo dependerán de los objetivos de producción definidos, de las características propias de la plantación (su desarrollo y calidad), así como de la capacidad de gestión del operador o propietario.

3. Manejo Forestal

3.1. Selección y clasificación de los árboles

Por la importancia que tiene la selección de los árboles en el resultado del manejo y del bosque, se estima necesario revisar sus fundamentos antes de tratar los aspectos de poda y raleo. Esta actividad puede ser realizada independientemente de las actividades de poda y raleo, realizándose la marcación previa o bien simultánea con la poda o raleo, si los trabajadores han sido capacitados previamente en los criterios de selección. El utilizar uno u otro sistema dependerá de la estrategia de cada productor u operador.

El crecimiento de los árboles en una plantación se empieza a diferenciar claramente cuando comienza la competencia por luz (a nivel de copas) y también cuando se produce competencia a nivel radicular, tanto por agua como por nutrientes. Para las plantaciones de las especies que abordamos en este documento, y en los rangos de densidad de plantación más altos (1.600 a 2.000 arb/ha), ello ocurre cercano al primer cuarto de la edad de rotación (4 - 6 años de edad en *Pinus radiata*, y 3 - 4 años de edad en *Eucalyptus sp.*), cuando han sido establecidas y mantenidas adecuadamente. A partir de ese momento los árboles comienzan a distinguirse según su altura, y en consecuencia su posibilidad de recibir mayor o menor cantidad de luz directa para seguir creciendo.

El objetivo básico de una adecuada selección es identificar los árboles de mejores características, fundamentalmente en crecimiento, forma y vigor; complementariamente puede considerarse el espaciamiento entre los árboles. Lo fundamental es minimizar la competencia entre ellos, así como los espacios improductivos en la superficie plantada.

Clasificación de árboles

Los árboles se clasifican según el tamaño relativo dentro del bosque en: dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos (Figura 4). Esta clasificación no es permanente durante la rotación de un bosque, ya que la dinámica de crecimiento, determinada por aspectos genéticos y condiciones ambientales, puede producir variaciones en el tiempo, especialmente si se ha intervenido el bosque con podas y raleos. Por ello, un porcentaje de árboles puede cambiar su posición de dominancia dentro del rodal, lo cual normalmente ocurre en un movimiento de

categoría, tanto hacia abajo o arriba en esta clasificación. Lo anterior ocurre preferentemente en edades tempranas, por lo que a menor edad de selección, es conveniente mantener un mayor número de árboles respecto a la densidad requerida para las próximas actividades de manejo, a fin de asegurarse en la obtención de un número establecido de árboles remanentes; a mayor edad de la plantación se producen menos cambios.

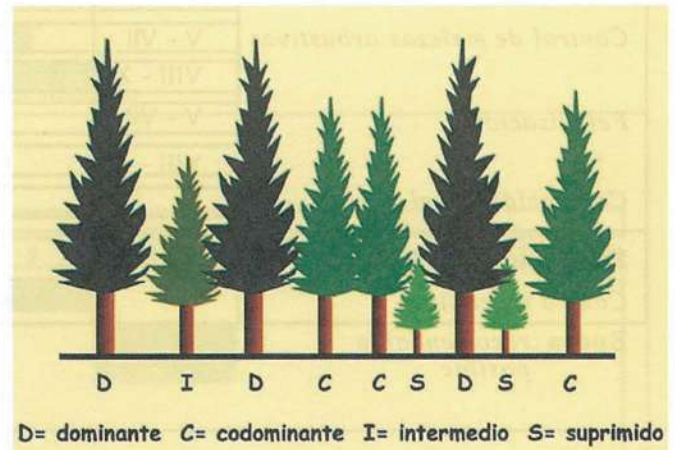


Figura 4: Clasificación de los árboles

La selección debe favorecer siempre a los árboles dominantes y codominantes (los de mayor tamaño) y sólo circunstancialmente árboles intermedios (medianos), para mantener una adecuada ocupación del sitio (evitar claros sin árboles); generalmente, los árboles más altos también son los más gruesos y de copa sana y vigorosa.

Otro factor de vital importancia en toda selección, es la calidad del fuste de cada árbol. Entre los factores de calidad más relevantes están la rectitud del fuste y la condición de la flecha o ápice. Su importancia radica en el mayor potencial de producción de madera utilizable y, en forma práctica, significa seleccionar árboles de fuste recto y sin bifurcaciones y eliminar los mal formados (figura 5).

Este criterio puede flexibilizarse en la selección para una segunda o tercera poda, donde es posible seleccionar árboles que tengan muy buen diámetro y forma en sus primeros 6 - 8 metros, con bifurcaciones o sinuosidades sobre esa altura, si no hubieran árboles de mejores características para seleccionar; en general, la parte más valiosa de un árbol, sujeto a podas y raleos, se concentra en los primeros 6 - 8 metros de altura.

3. Manejo Forestal



Figura 5: Tipos de árboles a seleccionar o mantener y a ralear.

Existen otras características de calidad en un árbol que deben ser consideradas en una etapa de selección, aunque son de importancia menor, por lo que solo se mencionan en este capítulo, y son:

- **Tamaño de ramas:** preferir árboles de ramas delgadas.
- **Angulo de inserción de ramas:** escoger ángulo de inserción recto.
- **Largo de internudos:** favorecer árboles de internudos largos.

En consecuencia y en términos prácticos, la selección consiste en elegir aquellos árboles que interesa seguir manteniendo en el bosque; aquellos que se estiman con poco futuro, deben ser eliminados. Para identificar los mejores árboles durante las distintas etapas de desarrollo del bosque, a fin de que éstos lleguen a la madurez y cosecha, se requiere de habilidad y personal capacitado.

Normalmente, la selección es realizada por cada podador durante la faena de poda, o raleador si se prefiere comenzar con el raleo antes que la poda; para ello se requiere de personal capacitado y entrenado, así como una adecuada supervisión. Si la primera intervención es la poda, y luego se realiza

un raleo a desecho, el motoserrista volteará aquellos árboles no podados, vale decir aquellos no seleccionados para continuar en el bosque. Cuando corresponda efectuar un raleo comercial, que normalmente es posterior a la última poda realizada, se puede realizar mediante una selección con motosierristas capacitados o a través de una marcación previa; en este caso, los árboles seleccionados que deban continuar en el bosque se marcan con pintura y así se extraerán sólo los árboles no marcados, y que no deben continuar en el bosque.

Recomendaciones

- *Una adecuada selección, al podar y/o ralear el bosque, es esencial para llegar con los mejores árboles a la cosecha. Es preferible realizarlo a una edad temprana, cuando comienza la competencia por luz entre los árboles.*
- *Lo fundamental es seleccionar los árboles con un mejor potencial de desarrollo y crecimiento (dominantes y codominantes), así como por la rectitud de su fuste.*
- *En la selección se debe asegurar una buena ocupación del sitio y evitar formación de claros.*
- *La decisión del momento de poda y raleo debe hacerse con una adecuada información, lo cual generalmente se obtiene de un inventario forestal.*



3. Manejo Forestal

3.2. Podas

3.2.1 Objetivo de la poda

El objetivo principal de las podas es mejorar la calidad de la madera, disminuyendo la formación de nudos en el fuste, lo cual se logra al eliminar las ramas del sector seleccionado; además, se logra que los nudos ya formados sean firmes (nudo vivo). Los nudos se forman debido a que el sector de crecimiento envuelve las ramas no podadas, quedando este defecto al interior del fuste. Cortando las ramas verdes se logra la oclusión (cierre y cicatrización) de la zona con defectos y, posterior a ello se obtiene madera libre de nudos. Si bien en un bosque se produce poda natural, cuando las ramas secas se desprenden del fuste con el tiempo, este proceso es muy lento e irregular para el objetivo deseado de obtener madera con nudos vivos y/o libre de defectos en rotaciones cortas. En el caso de *Pinus radiata* se pueden observar bosques adultos en Chile, sobre los 20 años, con presencia de ramas en el primer tercio del fuste; en *Eucalyptus nitens* se han observado plantaciones de hasta 12 años donde aun no se ha producido poda natural.

Si las ramas podadas están verdes, el nudo se integra a la madera y se le llama nudo vivo o firme, y la oclusión es más rápida ya que hay más tejido fisiológicamente activo en la zona de corte; es por ello que las podas deben realizarse preferentemente en ramas verdes (Figura 6).



Figura 6: Comparación de trozas con y sin poda. (Adaptado de FRI, Bulletin 184).

Al contrario, si se podan ramas secas, se producen nudos muertos o sueltos, lo cual puede originar un hoyo en la madera aserrada, con una consecuente disminución en la calidad de ésta. En este caso, la oclusión en ramas secas suele ser más lenta, afectando

la calidad de la madera; además, las ramas secas pueden ser el lugar de entrada de hongos que pudieran afectar la sanidad del árbol y la calidad de la madera. Al podar ramas secas en *Eucalyptus* se perjudica la oclusión posterior, puesto que se producen inclusiones de savia (llamada Kino), postergando por varias temporadas la producción de madera libre de defectos.

Las podas también cumplen objetivos secundarios, como mejorar la forma del árbol, especialmente si son oportunas, como minimizar las coronas que son protuberancias que se producen en el fuste cuando hay una gran cantidad de ramas por verticilo y muy gruesas, por ejemplo en *Pinus radiata*. Las podas, junto a los raleos, pueden además contribuir a mejorar las condiciones de sanidad de una plantación, aumentando el volumen de madera de calidad del bosque. Más adelante se menciona, particularmente, la enfermedad causada por el hongo *Dothistroma septospora*, que a veces provoca importantes defoliaciones en plantaciones de *Pinus radiata* en las zonas de mayor pluviosidad, y su efecto puede ser disminuido podando y raleando estas plantaciones.

Otro objetivo, que se alcanza en el mediano plazo es la disminución del peligro de incendios al cortar la continuidad vertical de los combustibles; aunque en el corto plazo se aumenta el peligro al aportar mayor cantidad de combustible a nivel de piso. Por último, la mejor transitabilidad en el bosque y la apariencia estética (mejor visibilidad y menos ramas secas) son objetivos que a veces cobran importancia en actividades turísticas, especialmente para propietarios particulares.

3.2.2 Oportunidad e intensidad de la poda

La oportunidad de la poda dependerá del objetivo de producción y del esquema de manejo a aplicar. Si su objetivo es obtener madera libre de nudos (clear), ellas deben iniciarse cercano al momento cuando comienza el cierre de copas (4-6 años en *Pinus radiata* y 3-4 en *Eucalyptus sp.*), por tres razones fundamentales:

- Ese momento marca el inicio del proceso en que comienzan a secarse las ramas inferiores del árbol (producto de la menor cantidad de luz que llega a ellas), especialmente en plantaciones con densidades tradicionales entre 1.333 y 1.600 arb/ha; en plantaciones con densidades menores, 825 a 1.250 arb/ha, este cierre de copas ocurre más tarde.

3. Manejo Forestal

- Los árboles comienzan a mostrar claramente su potencialidad de crecimiento (dominantes, codominantes) y sus características de forma, lo que agrega un alto grado de certeza a la selección de los mejores árboles.
- Los diámetros de fuste (a la altura del pecho) fluctúan entre 10 y 12 cm en *Pinus radiata*, a esa edad, lo que será importante de considerar para las podas posteriores, por su relación con los diámetros sobre muñón (DSM) y del cilindro defectuoso (DCD), como se explica más adelante.

Si el objetivo de la poda es obtener trozas con nudo firme, se poda para eliminar la formación de nudos muertos producto de ramas secas; en éste caso, se puede podar en forma más tardía, entre los 8 a 12 años, dependiendo de la densidad de la plantación, del cierre de copas y del inicio de la pérdida de la actividad fotosintética de las ramas (amarillamiento del follaje) de la parte inferior del árbol. Este tipo de manejo, con podas tardías, es utilizado para la obtención de madera aserrada con nudos firmes en la industria de remanufactura, que para diversos productos se solicita la presencia de nudos en la madera, como en finger joint, molduras, componentes de muebles y otros.

Se debe considerar que al eliminar follaje fotosintéticamente activo por efecto de las podas, se disminuirá el crecimiento del árbol, al menos en el corto plazo. Es por ello que la intensidad de poda, especialmente en la primera poda, cuando los árboles poseen la totalidad de su copa verde, no debiera ser superior a un 30 y 40 % de su altura total (como máximo); en las podas siguientes, no debe excederse del 20 - 30 % de la copa viva al momento de podar, o de un 40-50% de la altura total del árbol (Figura 7).

Si bien, y para efectos prácticos, es comúnmente usado el podar en base a un porcentaje de la altura total del árbol, este criterio puede originar una poda excesiva del follaje total del árbol, cuando no se toma en cuenta el área de follaje removido, lo cual puede originar un estancamiento en su crecimiento. Cuando se fija el porcentaje de remoción del follaje activo del árbol, se debe tomar en cuenta la estructura o geometría de la copa del árbol, influenciada por aspectos genéticos de la especie y por la densidad o competencia con árboles vecinos, y así calcular cuanto es lo que realmente se debiera podar.

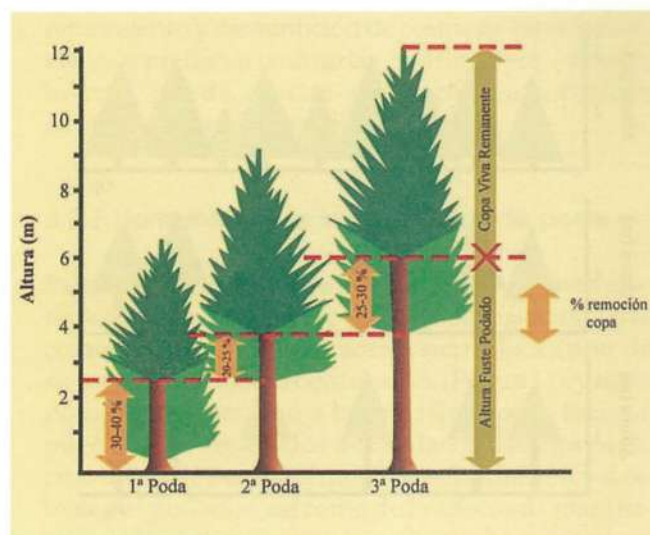


Figura 7: Alturas y porcentajes de poda esquema intensivo

3.2.3 Tipos de Poda

En una plantación bien establecida, con características genéticas similares, los árboles crecen en general en forma homogénea, tanto en altura como en diámetro; sin embargo, cuando el material genético utilizado en el establecimiento no fue homogéneo, se producen diferencias naturales en la altura, entre dominantes y codominantes en un mismo sector y más aún entre árboles creciendo en distintos sectores. Por ello es importante aplicar el concepto de altura de poda variable (un porcentaje del total), podando a mayor altura los árboles de mayor tamaño y a menor altura los más pequeños, logrando así homogeneizar el desarrollo del rodal. En contraposición, la poda de altura fija, al sobrepodar los árboles de menor desarrollo, castigando su crecimiento, puede aumentar las diferencias entre los árboles del rodal (Figura 8).

La altura final de poda dependerá del objetivo de producción y del crecimiento de los árboles. Los rangos de altura final de poda varían en Chile, aproximadamente desde los 5,5 hasta los 6 metros, dependiendo del objetivo de producción, y ello se alcanza normalmente con 1 a 3 podas. Se puede podar a alturas superiores, pero dependerá del tipo de producto objetivo, de los costos a incurrir, y del análisis de rentabilidad de esta operación que lo justifiquen.

3. Manejo Forestal

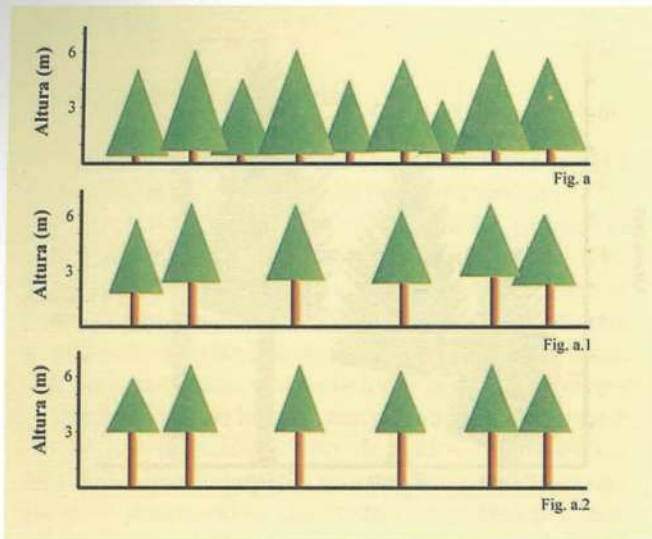


Figura 8: Poda altura variable (a.1) y fija (a.2)

3.2.4 Calidad de Podas

Al podar deben considerarse además los siguientes aspectos que son necesarios para una adecuada calidad de la faena y que inciden en la oclusión y eliminación de defectos:

- El corte debe ser limpio, recto y apegado al fuste, evitando cortes, rajaduras y daños a la corteza (Figura 9);
- En cada poda, también, se deben eliminar los brotes epicórmicos (pequeños brotes y ramillas adventicias) que suelen producirse en la sección podada del fuste, entre poda y poda, además de conos y acículas adheridas al fuste (Figura 9).
- Al podar se debe evitar golpear, con la escalera y herramientas, la corteza juvenil, especialmente en la primera poda, ya que se pueden producir bolsas de resina o pequeños daños que provocan manchas en la madera.

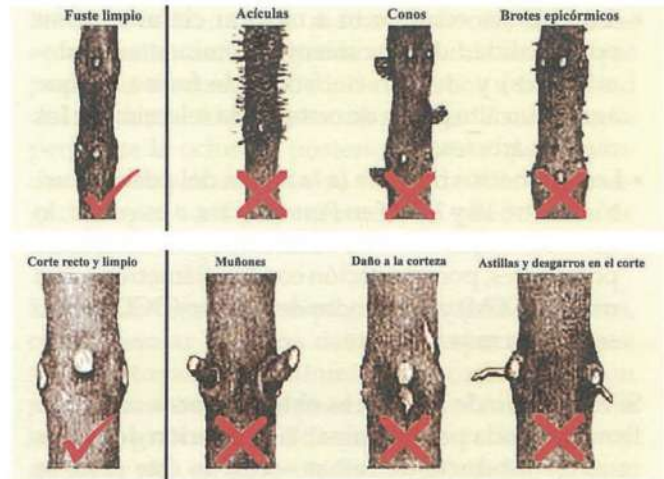


Figura 9: Calidad de poda.

3.2.5 Frecuencia de Poda

Para decidir la frecuencia de podas (cada cuánto tiempo podar), existen consideraciones biológicas (crecimiento de los árboles), económicas (costo de la poda) y técnicas, relacionadas con los tipos de productos que se desea obtener, considerando entre otros aspectos: madera sin nudos o con nudos vivos, diámetro sobre muñón o DSM, diámetro del cilindro residual, altura total de poda:

- Debe considerarse el crecimiento de los árboles, especialmente para evitar la sobre poda a fin de no disminuir su crecimiento.
- Si se poda anticipadamente, serán necesarias más podas para llegar a la altura final, sin sobre podar y con ello aumentarán los costos.
- Para maximizar la producción de madera libre de defectos (clear), debe considerarse el diámetro sobre muñón (DSM), que corresponde al mayor diámetro del verticilo podado medido en el fuste; ello incide en la proporción de madera libre de nudos posible de obtener. En las podas siguientes se debe procurar mantener dicho DSM, a fin de que la zona de defectos (nudos y oclusión de poda) dentro del fuste, llamado cilindro defectuoso o residual, se mantenga constante (Figura 10).
- En general el DSM a mantener fluctúa entre los 12 a 20 cm, con cierta predominancia a mantener DSM entre 15 y 17 cm en *Pinus radiata*, dependiendo de la estrategia de manejo, la calidad del sitio, y del tamaño del diámetro del cilindro defectuoso que se desea obtener (DCD). Ello es fundamental para la mejor utilización de los trozos al momento de la

3. Manejo Forestal

industrialización (aserrío, debobinado y foliado). En plantaciones de *Pinus radiata* creciendo en sitios con un alto potencial de crecimiento, para obtener ese DSM, se debiera podar cada 18 meses después de la primera poda.

Se debe considerar, en la oportunidad de poda para trozos de madera sin defecto, la proporción del árbol a podar y los diámetros límites de los productos podados esperados, para no podar en exceso cuando no se podrá obtener ese diámetro esperado. Usualmente, en *Pinus radiata* el diámetro considerado para productos podados de exportación, con proporción de madera libre de nudos aceptable es de 30-32 cm. Se debe tener en cuenta, tal como se indica en figura 10, que luego de la poda habrá una proporción del crecimiento que cubrirá el sector de oclusión de las ramas. Esta porción puede variar entre 3 a 6 cm, dependiendo del tamaño de las ramas cortadas y de la calidad de la cicatrización; usualmente se considera que el $DCD = DSM + 3 - 6$ cm. Si el objetivo es madera con nudo firme y, complementariamente aspectos sanitarios del bosque, la poda puede ser mas alta sin considerar el tamaño del cilindro defectuoso como objetivo principal.

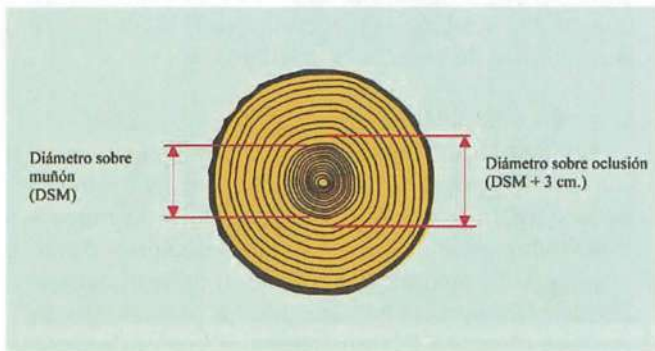


Figura 10: Diámetro sobre muñón y sobre oclusión (FRI, Bulletin N° 184)

3.2.6 Época de poda

Respecto a la época de poda, se recomienda realizarla durante otoño-invierno, por la menor actividad fisiológica del árbol durante ese período, lo cual puede incidir sobre una menor formación de defectos como bolsas de resina (en Pino) y/o Kino (en *Eucalyptus*), lo cual facilita la cicatrización más rápida en la primavera siguiente; además, se disminuye la posibilidad de introducción de agentes patógenos por el sector podado. Sobre este aspecto no existe un total consenso, ya que por concepto de aumento de

rendimiento y disminución de costos de estas faenas, algunos prefieren realizarlas en primavera – verano, lo cual puede afectar su crecimiento futuro, cicatrización y aspectos fitosanitarios.

3.2.7 Herramientas e implementos de poda

Para una correcta ejecución de podas, existen distintas herramientas que pueden ser usadas, tales como: serrucho cola de zorro, sierra Jack (tipo de sierra de arco), tijerón neozelandés (Figura 11), y tijera podadora automática a batería. Con todas éstas se puede lograr resultados de calidad satisfactorios, lo cual depende básicamente de la capacitación y destreza del podador, así como de la adecuada mantenimiento de las herramientas, para lo que es importante considerar limas y trabador. Es común que un podador experto utilice simultáneamente tijerón y serrucho o sierra, para maximizar el rendimiento, al podar ramas delgadas con el tijerón, y las más gruesas con el serrucho cola de zorro.

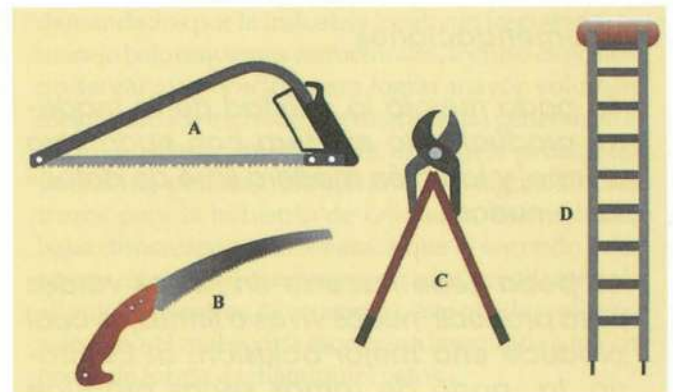


Figura 11: Herramientas de poda: sierra Jack(A), serrucho cola de zorro(B), tijerón(C), escalera(D).

Para las podas en altura (levantes), se puede utilizar serrucho cola de zorro con garrocha, o bien una combinación de tijerón con sierra, o serrucho, más escalas o trepadores (existen diversos modelos pero evitar modelos con garra para no dañar la corteza), (Figura 12).

Los implementos de seguridad mínimos a usar en la faenas de poda son: casco, zapatos de seguridad, pierneras de lona, guantes y, opcionalmente, antiparras livianas para evitar aserrín en los ojos; para podas en altura siempre debe usarse cinturón de seguridad.

3. Manejo Forestal



Figura 12: podador con escala y elementos de seguridad.
Fuente: Best practice guidelines for silvicultural pruning.

Recomendaciones

- La poda mejora la calidad de la madera, produciendo madera con nudo vivo o firme, y también madera libre de defectos o nudos.
- La poda debe hacerse en ramas verdes para producir nudos vivos o firmes, lo cual produce una mejor oclusión; al contrario, la poda de ramas secas produce nudos muertos o sueltos, la oclusión es más lenta, desclasificando la madera.
- Las podas también ayudan a mejorar la forma del árbol, a reducir enfermedades causadas por hongos y el peligro de incendios.
- Las podas normalmente son graduales; en árboles pequeños, la primera poda no debe superar el 30 - 40 % de su altura total; en las siguientes hasta un 20-30 % de la copa viva, para minimizar pérdidas de crecimiento. En el caso de una poda úni-

ca, hasta 5,5-6 m, se puede podar hasta un 40-50% de la altura total.

- Se debe utilizar los implementos de seguridad para el personal, recomendado en normas de higiene y seguridad ambiental.

3.3. Raleos

El raleo consiste en la corta o eliminación de una proporción de los árboles de un rodal, extrayendo aquellos que interfieren en el crecimiento de los árboles seleccionados o definitivos para la cosecha final, y/o cuando no pueden cumplir con la obtención de productos de calidad por su mal crecimiento o mala forma.

3.3.1 Objetivos del raleo

Su objetivo es concentrar (aumentar) el crecimiento o producción de madera en los árboles seleccionados o remanentes (Figura 13). Como se mencionó anteriormente, también se pretende evitar la pérdida de dominancia de los árboles podados.

Los raleos también pueden cumplir otros objetivos, como: en plantaciones de *Pinus radiata*, en zonas de mayor pluviometría y humedad, se disminuye el ataque del hongo defoliador *Dothistroma septospora*, que suele causar importantes disminuciones de crecimiento, al mejorar la ventilación del rodal, especialmente cuando son asociados a podas oportunas; en el caso de la muerte apical, causada por el hongo *Diplodia pinea*, también en plantaciones de *Pinus radiata*, pero asociado a condiciones de estrés hídrico (falta de agua), el raleo también ayuda a disminuir su incidencia al reducir la competencia por agua. Lo mismo se aplica en caso de *Eucalyptus*, especialmente *E.globulus*, cuando existe presencia del insecto *Phoracantha semipunctata*. En estos casos, se mejora el vigor promedio del rodal, al eliminar los árboles más débiles y otorgar mejores condiciones de crecimiento a los árboles residuales.

En el largo plazo también se disminuye el peligro de incendios, por menor continuidad horizontal de combustible. No obstante, se debe poner atención en el corto plazo, ya que el peligro de incendios aumenta

3. Manejo Forestal

por la mayor carga de combustible seco a nivel de piso, especialmente con el primer raleo, cuando es a desecho; se sugiere en estos casos ordenar los desechos, cada dos o tres hileras, para facilitar la movilidad dentro del bosque y disminuir la continuidad del combustible.

Aspectos como la mejor transitabilidad y la posibilidad de generar más talaje para ganadería extensiva (silvopastoreo) también pueden tener importancia en casos particulares; en algunas situaciones se puede lograr el efecto contrario, por el aumento excesivo del crecimiento de malezas. Si el propietario desea complementar aspectos de producción con la recreación, un bosque se puede raleo en forma más intensa, perdiendo su aspecto ordenado, permitiendo además el desarrollo de sotobosque (vegetación acompañante) y mayor vida silvestre.



Figura 13: Comparación de bosque de *Pinus radiata* con (A) y sin manejo (B).

3.3.2 Tipos de raleo

Los raleos, en general, pueden ser a desecho y productivos o comerciales. En forma simple, un raleo a desecho corresponde a la corta de árboles jóvenes y delgados, donde no es posible obtener una producción comercial, ya que se obtienen madera muy delgada y un bajo volumen por hectárea, por lo que no es posible o recomendable comercializarlos rentablemente. Con esquemas de manejo intensivo, en plantaciones de *Pinus radiata* establecidas a densidades altas, el primer raleo, en general, es a desecho; en ocasiones, si se posterga el primer raleo, éste puede ser comercial, especialmente si la plantación está cerca de mercados o industrias que demanden estos productos delgados, permitiendo así un margen positivo de la operación. La decisión en cada caso dependerá de la estrategia de manejo considerada en el Proyecto Forestal.

El raleo siguiente, generalmente es comercial, cuando la producción obtenida puede ser comercializada dado que la dimensión de los productos obtenidos son demandados por la industria local; con frecuencia, en manejo bajo esquemas estructurales, incluso es posible postergar su ejecución para lograr mayor volumen, mejorando los ingresos intermedios. En general, en el primer raleo comercial se obtienen productos pulpables, polines, rodrigones y, en algunos casos, trozos para la industria de cajones y aserrables de bajas dimensiones. En los casos que el segundo raleo no sea comercial (sectores con alta pendiente y/o alejados de centros de consumo), éste puede realizarse a desecho, el cual podría asociarse a la segunda o tercera poda, de forma de disminuir costos.

3.3.3 Oportunidad del raleo

La oportunidad del primer raleo es muy importante, ya que si se poda una proporción de los árboles y no se ralea simultáneamente, durante la temporada o en intervalos cortos, especialmente en la primera poda y primer raleo, los árboles no podados crecerán más rápido que los podados, pudiendo estos últimos perder su posición de dominancia. En casos extremos, árboles dominantes podados pueden, al cabo de un par de temporadas, convertirse en codominantes o intermedios. De ocurrir lo anterior, se habrá perdido una parte significativa del potencial de producción de madera libre de defectos, desvirtuándose la esencia del objetivo de la poda; en este sentido es mejor asumir que dicho raleo será a



3. Manejo Forestal

desecho, ejecutándolo a la brevedad. La ocasión de ejecución de los raleos posteriores posee mayor flexibilidad, ya que existe un mayor espaciamiento entre árboles, disminuyendo su grado de competencia; pero, no debe esperarse demasiado tiempo dado que la competencia interespecífica puede disminuir el ritmo de crecimiento.

Otro aspecto a tomar en cuenta, es cuando plantaciones establecidas a altas densidades (p.e. 1.600 a 2.000 arb/ha) no han sido raleadas oportunamente. En éste caso, si se espera obtener maderas gruesas para destinarlas a madera aserrada, se debieran realizar raleos tardíos y, ser cuidadoso con la intensidad del raleo, dado que al intervenir el bosque en forma muy fuerte para llegar a densidades finales rápidamente, se corre el riesgo de que el bosque residual sea afectado por el viento al quedar arboles altos y delgados en pie. Es preferible intervenir el bosque en forma periódica y, realizar raleos suaves para bajar gradualmente la densidad, en vez de un solo raleo fuerte.

La época del año en que se realiza un raleo depende principalmente de aspectos operacionales y comerciales, aspectos biológicos de las especie y climáticos propios de cada situación en particular. Biológicamente y de acuerdo a la dinámica de crecimiento de la especie, es recomendable ralear en otoño-invierno, para concentrar el crecimiento de primavera-verano en los árboles residuales; pero, en general, se efectúan desde primavera a otoño, por los menores costos operacionales, así como por la posibilidad de transporte de los productos hacia canchas de acopio o industrias.

Durante la ejecución de un raleo se debe ser cuidadoso con el volteo, para evitar daños a las copas, ramas y fuste de los árboles residuales. En raleos comerciales, el madereo también debe ser cuidadoso, a fin de no dañar los fustes de los árboles remanentes, lo cual puede producir infección de hongos, resinación y pérdida de calidad en la madera. El no considerar estos aspectos, puede afectar el rendimiento de la madera de calidad de los árboles remanentes y, puede desclasificar por completo un trozo manejado para madera libre de nudos, aunque este podado.

3.3.4 Herramientas e implementos de raleo

En faenas de raleo, puede usarse herramientas manuales o maquinarias, de acuerdo a su objetivo (comercial o desecho) y a las dimensiones de los árboles. En raleos a desecho y primer raleo comercial, usualmente se usan motosierras livianas e incluso, en pequeñas propiedades, hachas; en raleos comerciales con diámetros sobre los 14–16 cm, pueden usarse motosierras y en casos calificados, con pendientes moderadas y bosques limpios y parejos, puede utilizarse maquinarias tipo cosechador. En el madereo se utiliza desde animales (bueyes y caballos), hasta maquinarias tipo tractores agrícola doble tracción, skidders y torres de madereo.

En este tipo de faena es fundamental considerar el uso de implementos de seguridad para los operadores de motosierra y equipos de madereo. Los motosierristas deben usar como mínimo: casco con protector visual y de oídos, guantes y pantalón anticorte, y zapatos de seguridad (Figura 14).



Figura 14: Implementos de seguridad

Consideraciones Generales

- Cuando los raleos no son simultáneos con las podas, especialmente el último raleo, para evitar errores es conveniente marcar los árboles que deben permanecer. Es recomendable marcar los arboles a dejar con dos puntos de

3. Manejo Forestal

pintura, uno en la base y otro a la altura del pecho, procurando que las marcas apunten en una misma dirección para facilitar el trabajo a los motosierristas.

- Al igual que en las demás actividades, es necesario realizar los raleos con personal capacitado y dotados de herramientas y equipos adecuados. El equipamiento recomendable para cada motosierrista consiste en: casco de seguridad, con visera y protector de oídos, pantalón o piñeras anticorte, guantes de seguridad, zapatos de seguridad, kit de primeros auxilios, motosierra de tamaño pequeño a mediano, set básico de herramientas de mantención (incluidas limas y guía), bidón combinado para combustible, aceite y cuñas.
- La intensidad de los raleos guarda relación con el número de árboles que se hayan podado, lo que depende del esque-

ma de manejo a seguir. Por otra parte una plantación joven, esto es con una altura dominante de 5 a 6 metros, puede ser raleada (a desecho) fuertemente con menor riesgo de sufrir daños y quebraduras durante temporales.

- Si no se efectuó el primer raleo en el momento oportuno, o fue de una intensidad muy suave, los raleos siguientes deben ser graduales, a fin de minimizar eventuales daños por temporales. El período de tiempo, entre uno y otro raleo, permitirá que los árboles se adapten progresivamente a su nuevo ambiente, desarrollando su copa y aumentando el diámetro de sus fustes.

Cuadro 3: Guía general de actividades de manejo

Plantación <i>Pinus radiata</i>	
ACTIVIDAD	Año
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
Manejo	
Podas	5-12
Raleo a desecho	5-9
Raleos comerciales	7-16
Actividad: esencial	0-1
opcional	0-1



4. Esquemas Generales de Manejo

4. Esquemas Generales de Manejo

Un esquema de manejo corresponde a la secuencia de actividades silvícolas, así como sus características específicas, necesarias de realizar para lograr los objetivos de producción definidos en un *Proyecto Forestal*, y especificado en las actividades de manejo.

Dadas las distintas características y condiciones de crecimiento de las plantaciones, mercados posibles de acceder, capacidad operativa y financiera, y otras variables inherentes a cada productor, los esquemas de manejo que se señalan a continuación sólo pretenden entregar un marco general de referencia para que el profesional asesor y el propietario tengan los elementos necesarios para tomar una decisión; por lo cual, en este capítulo no se pretende recomendar alguno de estos. Su análisis, ajuste y adaptación deben ser emprendidos por el operador forestal y el productor en conjunto, de acuerdo a su propia realidad y situación al momento de evaluación.

Los esquemas se indican por especie y de acuerdo a los principales objetivos de producción, correspondiendo a los más usados en Chile de acuerdo a la realidad actual, considerando aspectos tecnológicos como de mercado.

4.1 Esquemas de manejo para plantaciones

4.1.1 *Pinus radiata*

A. Manejo multipropósito: este esquema tiene un objetivo de producción variable, entregando tanto trozos aserrables con nudo firme como también trozos con una baja proporción de madera libre de nudos y, además trozos con nudo muerto y trozos pulpables.

Cuadro 4: Esquema de manejo multipropósito.

Altura estim. (m)	Edad estim. (años)	Densidad residual (arb/ha)	Arboles a podar o extraer (arb/ha)	Actividad	Especificación
	0	1.250		Establecimiento	Incluye las actividades recomendadas en documento de Establecimiento de Plantaciones (*).
	1 - 2			Control malezas post-plantación y fertilización.	Minimizar interferencia de malezas arbustivas y herbáceas; fertilización post-establecimiento dependerá de la evaluación de cada caso.
Hasta 3 - 4	3			Corrección fustal	Evaluar niveles y daño de polilla del brote, u otros daños por viento y heladas.
7 - 8	6		700	Poda 1 (aprox. hasta 2-3 m)	Selección por crecimiento y calidad; poda altura variable, máximo 30-40 % altura del árbol.
7 - 8	6	700	550	Raleo a desecho (o semicomercial)	En primer raleo se voltean todos los árboles no podados, desde densidad inicial a 700 arb/ha.
11-12	9		500	Poda 2 (hasta 5,5-6,0 m)	Selección de árboles por calidad y espaciamiento; levantar máximo 25-30 % altura copa viva.
14 - 18	12	500	200	Raleo comercial (a densidad final)	Voltear y extraer árboles sin levante de poda.
28 - 32	22 - 25		500	Cosecha	Se cosecha la totalidad de los árboles, y dejar desechos ordenados en curvas de nivel.

(*): Establecimiento de Plantaciones Forestales, INFOR, 2000.

Nota: Altura se refiere a altura dominante.

4. Esquemas Generales de Manejo



B. Manejo intensivo: con este esquema se busca principalmente la producción de trozos libre de nudos o defectos hasta una altura de 5,5-6,0 m, luego trozos aserrables con nudo vivo y trozos pulpables en la parte superior del árbol; generalmente, es usado en sitios de buena calidad. También puede ser la base para un esquema de silvopastoreo extensivo.

Cuadro 5: Esquema manejo intensivo

Altura estim. (m)	Edad estim. (años)	Densidad residual (arb/ha)	Arboles a podar o extraer (arb/ha)	Actividad	Especificación
	0	1.250		Establecimiento	Incluye las actividades recomendadas en documento de Establecimiento (*)
	1 - 2			Control malezas post-plantación y fertilización	Minimizar interferencia de malezas herbáceas y arbustivas; fertilizar al establecimiento y post-establecimiento dependerá de la evaluación de cada caso.
Hasta 3-4	3			Corrección fustal	Evaluar niveles y daño de polilla del brote, o daños por viento o heladas.
7 - 8	6		600	Poda 1 (aprox. hasta 2-3 m)	Selección de árboles por crecimiento, calidad y espaciamiento; poda altura variable, máximo 30-40 % altura total del árbol.
7 - 8	6	600	650	Raleo a desecho	Se ralea posterior a la poda, volteando todos los árboles no podados, desde la densidad inicial, dejando 600 arb/ha.
10-11	8		350 - 400	Poda 2 (aprox. 3,5-4,0 m)	Selección de árboles por calidad y espaciamiento; podar máximo un 20-25 % de la copa viva.
11 - 12	9		350 - 400	Poda 3 (aprox. 5,5-6,0 m)	Levantar poda, hasta el 25-30% de la copa viva.
14 - 18	12	350 - 400	250 - 300	Raleo comercial (densidad final)	Voltear y extraer todos los árboles sin levante de poda
26 - 32	20 - 25		350 - 400	Cosecha	Cosechar la totalidad de los arboles, y dejar desechos ordenados en curvas de nivel.

(*) Establecimiento de Plantaciones Forestales, INFOR, 2000

C. Manejo estructural: este esquema tiene el objetivo de producción de trozos aserrables con nudos vivos o firmes, al considerar una poda entre los ocho y nueve años y un raleo entre los siete y ocho años; además, se obtiene producción de trozos con nudo muerto y madera pulpable.

Cuadro 6: Esquema de manejo estructural.

Altura estim. (m)	Edad estim. (años)	Densidad residual (arb/ha)	Arboles a podar o extraer (arb/ha)	Actividad	Especificación
	0	1.000		Establecimiento	Se consideran todas las actividades indicadas en documento Establecimiento de Plantaciones(*)
	1 - 2			Control malezas post-plantación y fertilización	Minimizar interferencia de malezas herbáceas y arbustivas; fertilizar al establecimiento y, post-establecimiento dependerá de la evaluación de cada caso
Hasta 3 - 4	3			Corrección fustal	Evaluar niveles y daño de polilla del brote, u otros daños como viento o heladas.
9 - 10	7 - 8	500	500	Raleo semicomercial	Selección por crecimiento y calidad, voltear no seleccionados, desde densidad inicial dejando 500 arb/ha.
11-12	8 - 9		500	Poda única (hasta 5,5-6,0 m)	Máximo 40-50 % altura total del árbol.
27 - 31	21 - 24		500	Cosecha	Se cosecha la totalidad de los árboles, dejando desechos ordenados en curvas de nivel.

(*) Establecimiento de Plantaciones Forestales, INFOR, 2000

4. Esquemas Generales de Manejo

D. Manejo extensivo: este esquema considera como objetivo la producción de trozos aserrables con nudo vivo y muerto y trozos pulpables; contempla un raleo para aumentar diámetro de los árboles remanentes y disminuir pérdidas por mortalidad y efectos de agentes patógenos (hongos e insectos), y no considera poda.

Cuadro 7: Esquema manejo extensivo

Altura estim. (m)	Edad estim. (años)	Densidad residual (arb/ha)	Arboles a extraer (arb/ha)	Actividad	Especificación
	0	1.660		Establecimiento	Se consideran todas las actividades indicadas en documento Establecimiento de Plantaciones(*)
	1 - 2			Control malezas post-plantación y fertilización.	Minimizar interferencia malezas herbáceas y arbustivas; fertilizar al establecimiento y, post-establecimiento dependerá de la evaluación de cada caso
Hasta 3 - 4	3			Corrección fustal	Evaluar niveles y daño de polilla del brote, u otros daños como viento o heladas.
12 - 13	9 - 10	1000	660	Raleo comercial	Selección por crecimiento y calidad, voltear árboles no seleccionados.
28 - 32	22 - 25		1.000	Cosecha	Se cosecha la totalidad de los árboles, dejando desechos ordenados en curvas de nivel.

(*): Establecimiento de Plantaciones Forestales, INFOR, 2000.

E. Esquema sin manejo o pulpable: este esquema considera la producción de trozos pulpables y aserrables con nudo vivo y muerto de dimensiones variables, y no considera actividades de raleo y podas.

Cuadro 8: Esquema sin manejo

Altura estim. (m)	Edad estim. (años)	Densidad residual (arb/ha)	Arboles a extraer (arb/ha)	Actividad	Especificación
	0	1.250		Establecimiento	Se consideran todas las actividades indicadas en documento Establecimiento de Plantaciones(*)
	1 - 2			Control malezas post-plantación y fertilización	Minimizar interferencia de malezas herbáceas y arbustivas; fertilizar al establecimiento y, post-establecimiento dependerá de la evaluación de cada caso.
Hasta 3 - 4	3			Corrección fustal	Evaluar niveles y daño de polilla del brote, u otros daños como viento o heladas.
26 - 32	20 - 25		1.150	Cosecha	Se cosecha la totalidad de los árboles, dejando desechos ordenados en curvas de nivel.

(*): Establecimiento de Plantaciones Forestales, INFOR, 2000.

4. Esquemas Generales de Manejo

4.1.2 *Eucalyptus sp.*

Manejo pulpable : *Eucalyptus globulus* y *E. nitens*

Los esquemas de manejo utilizados en Chile para *Eucalyptus sp.*, se han enfocado principalmente a la producción de trozas de pequeñas dimensiones para la producción de pulpa y astillas, tanto para el mercado local de la industria de celulosa y papel, como de exportación y, para la producción de energía. Este tipo de manejo considera toda la producción masiva de fibra para la industria de la celulosa y el papel y, la producción de energía. Este tipo de manejo considera un mínimo de intervenciones silviculturales después del establecimiento. Por lo general la forma de los fustes no es tan relevante, debido a que interesa sólo la producción de fibra.

Cuadro 9: Esquema de manejo pulpable *Eucalyptus sp.*

Altura estim. (m)	Edad estim. (años)	Densidad (arb/ha)	Arboles a extraer (arb/ha)	Actividad	Especificación
	0	1.250 - 1.600		Establecimiento	Se consideran todas las actividades indicadas en documento Establecimiento de Plantaciones(*).
	1 - 2			Control malezas post-plantación y fertilización	Minimizar interferencia malezas herbáceas y arbustivas; fertilizar al establecimiento y post-plantación dependerá de la evaluación de cada caso.
Hasta 2 - 3	2 - 3			Corrección fustal	Evaluar niveles y daños por viento o heladas.
30 - 35	12 - 14		1.150 - 1.450	Cosecha	Se cosecha la totalidad de los árboles, dejando desechos ordenados en curva de nivel. Posterior a la cosecha, se debe evaluar si manejar los rebrotes o plantar nuevamente.

(*): Establecimiento de Plantaciones Forestales. INFOR 2000.

Manejo aserrable - foliable *Eucalyptus sp.*

Eucalyptus globulus y *E. nitens*, las dos especies más utilizadas en Chile, pueden producir trozas de alto valor para la producción de madera aserrada, parquets, trozas foliables y debobinables para tableros y otros productos de mayor valor para la utilización en la industria del mueble. El esquema de manejo a utilizar no difiere de los esquemas descritos para *Pinus radiata* en su tendencia, pero si en la oportunidad, dado el mayor crecimiento que se obtiene con *Eucalyptus sp.* La diferencia puede darse en el caso de *E. globulus* que presenta poda natural, versus *E. nitens* en que ello no ocurre, por lo que debe ser podado. Actualmente y dado que la industria de la celulosa en Chile, en general prefiere *E. globulus* por su mejor rendimiento en celulosa, diversos productores forestales que tienen plantaciones de *E. nitens*, están buscando alternativas de manejo que otorguen mejores opciones para esta especie. Para ello, tanto empresas privadas y centros de investigación como INFOR, están realizando diversas investigaciones para determinar otros tipos de manejo para esta especie, distintos al esquema pulpable, y que permita la obtención de trozas para productos con un mayor valor agregado. De acuerdo a nuevas investigaciones realizadas por empresas Chilenas, es posible obtener buenos resultados en rendimiento de celulosa con *E. nitens*, superiores a 52%, si se alarga la rotación actualmente usada de 10-12 a 14-15 años (Simposio IUFRO, Valdivia, 2001), y esto puede ser mejorado si se utilizan procedencias adecuadas y programas de mejoramiento genético.

Dado que no se tienen esquemas de manejo probados y validados en Chile para este tipo de manejo, se mencionarán esquemas usados en el extranjero (XII Silvotecna, 1999) y adaptados con información de ensayos de manejo que están realizando INFOR y empresas forestales en Chile, como información útil para aquellos profesionales y productores interesados en su manejo.

4. Esquemas Generales de Manejo

Cuadro 10: Esquema manejo aserrable-foliabile *Eucalyptus sp.*

Altura estim. (m)	Edad estim. (años)	Densidad residual (arb/ha)	Arboles a podar o extraer (arb/ha)	Actividad	Especificación
0	0	1.000 - 1.250		Establecimiento	Incluye las actividades recomendadas en documento de Establecimiento de Plantaciones (*).
	1 - 2			Control malezas post-plantación	Minimizar interferencia de malezas herbáceas y arbustivas; el número de controles de maleza dependerá de su presencia y grado de competencia; fertilizar al establecimiento y, post-plantación dependerá de la evaluación de cada caso.
Hasta 2 - 3	1.5 - 2			Corrección fustal	Evaluar niveles y daño por heladas o viento.
6 - 8	2.5 - 3.5		600 - 700	Poda 1 (aprox. hasta 2-3 m)	Selección por crecimiento y calidad; poda altura variable, máximo a 30 - 40 % altura total del árbol; DSM = 12 - 15 cm.
6 - 8	2.5 - 3.5	600 - 700	300 - 650	Raleo a desecho o semicomercial	Voltear todos los árboles no podados, y mantener espaciamiento.
12 - 15	4.5 - 5.5		350 - 500	Poda 2 (hasta 5,5-6,0 m)	Selección de árboles por calidad y espaciamiento; levantar poda, máximo a 25-35 % altura copa viva.
12 - 15	4.5 - 5.5	350 - 500	200 - 350	Raleo comercial (a densidad final)	Voltear y extraer árboles sin levante de poda.
45 - 50	18 - 22		350 - 500	Cosecha	Se cosecha la totalidad de los árboles. Posterior a la cosecha, evaluar si manejar rebrotes o plantar.

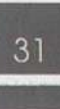
(*): Establecimiento de Plantaciones Forestales, INFOR, 2000.

Nota: Adaptado de «Managing a Small Forest for Timber, 1996», con experiencias en Chile.



Figura 15: Plantación *E. nitens*-6 años: (A) sin poda y raleo, 1.500 arb/ha; (B) 400 arb/ha, con dos podas y 1 raleo.

4. Esquemas Generales de Manejo



Manejo Monte Bajo - Regeneración de Tocón: *Eucalyptus* sp.

Su objetivo es manejar los rebrotes de un bosque cosechado de *Eucalyptus* (en Chile principalmente *E. globulus*), para la producción de madera pulpable, combustible, postes y polines; los rebrotes (epicórmicos) se originan de yemas laterales, activadas después de la cosecha; en bosques de *E. nitens*, aún no se cuenta con información suficiente que permita validar esta opción.

Para una mejor producción de brotes después de la cosecha, se deben tomar ciertas consideraciones, como las siguientes:

- Cortar al comienzo de la estación de crecimiento.
- El tocón debe dejarse lo más corto posible, entre 10-20 cm.
- El corte debe ser liso e inclinado (tipo bisel), cuidando de no dañar la corteza tanto en el volteo como en el madereo.
- Tocones de árboles muy jóvenes o suprimidos, o muy gruesos de árboles adultos, son los que presentan menor retoñación.

En el caso de *E. globulus*, la retoñación de un tocón es muy variable, entre 5 a 12 brotes o más por tocón, pero sólo algunos de éstos serán los dominantes. El manejo de éstos tiende a acelerar este proceso de selección natural, utilizando clareos para dejar entre 1-2 brotes por cada tocón al final del manejo; el número final de brotes a dejar dependerá del objetivo de producción, seleccionándose aquellos de mejor forma y vigor, y tratando que éstos queden homogéneamente distribuidos.

La oportunidad de los clareos dependerá de cuán pronto los rebrotes estén establecidos, dado que en sus inicios, por competencia natural y efecto de vientos pueden verse afectados e incluso existir mortalidad. Debido a esta competencia y mortalidad, es preferible realizar los clareos una vez que se haya producido una selección natural y se haya asegurado un número mínimo de brotes para su manejo.

Cuadro 11: Manejo de monte bajo de *Eucalyptus* sp.

Altura estim. (m)	Edad estim. (años)	Densidad residual (brotes/tocón)	Densidad (tocon/ha)	Brotes a extraer (brotes/tocón)	Actividad	Especificación
0	0	6 - 12	500-1.000		Mantenimiento y protección	Luego de la cosecha del bosque original se debe ordenar los desechos y, evitar la entrada de animales para prevenir daños a los brotes.
0 - 3	0 - 2				Control de malezas y fertilización.	Se recomienda efectuar los mismos cuidados que una plantación normal; es decir, hacer control de malezas, fertilizar, y si es necesario, corrección fustal.
3 - 4	1 - 2	2 - 4		4 - 8	Raleo a desecho	Selección por calidad y distribución en el tocón, preferible dejar brotes del lado que sopla el viento; hacer cortes limpios.
6 - 8	3 - 4	1 - 2		1 - 3	Raleo comercial para polines o puntales	Cortar aquellos mas débiles o por distribución, para mantener brotes en forma homogénea en el tocón.
					Poda	La actividad de poda es variable y debe ser evaluada caso a caso, dado que <i>E.globulus</i> tiene poda natural, aunque se puede acelerar este proceso podando a edades tempranas. Recomendable para <i>E.nitens</i> . Podar hasta 6 m, y no podar más del 30-40% de la copa viva.
22 - 34	8 - 12	1 - 2	500-1.000		Cosecha	Se puede hacer corta total de los rebrotes o fustes, o un manejo gradual de estos.

Fuente: Adaptado de Barret et al., 1975, citado por INFOR, 1989.

5. Evaluación de Esquemas de Manejo

Se debe tener claro que la densidad inicial de este esquema dependerá de la densidad final obtenida antes de la cosecha del monte alto original. Además, luego de la cosecha original, se produce cierta mortalidad de tocones por efectos de competencia, daño al tocón y raíces por técnicas inadecuadas de cosecha, y por la senectud del bosque original. En general la literatura menciona que este tipo de manejo se puede realizar entre 3 a 5 veces o rotaciones, hasta que los tocones dejan de producir o retoñar adecuadamente por senectud, pudrición y daños (INFOR, 1989), lo cual aconsejaría volver a plantar.

5. Evaluación Esquemas de Manejo

5.1 *Pinus radiata*

En el presente capítulo se presenta una evaluación de los esquemas de manejo de *Pinus radiata* presentados en el capítulo anterior, con el objetivo de mostrar los efectos que diversas variables tienen sobre el resultado final de un esquema de manejo en particular. Como se dijo con anterioridad, no se pretende con este ejercicio recomendar algún esquema específico, sino que mostrar efectos y tendencias, para que cada operador o productor pueda tomar la decisión de acuerdo a las características de su sitio, ubicación y tipo de negocio en el que se encuentra.

Para esta evaluación, se tomaron en cuenta las siguientes variables (Cuadro 12):

Cuadro 12: Variables consideradas en Evaluación de Esquemas de Manejo *Pinus radiata*

Variable	Características
Simulador de crecimiento	Radiata 3.03
Sitios e Índice de Sitio	Santa Juana - 30 (Zona Concepcion, VIII Región) Santa Juana - 25 (Zona Concepcion, VIII Región) Constitución - 25 (Zona Constitución, VII Región)
Tasa de descuento	10 y 12 %
Bonificación	Con y sin bonificación, en base a tabla de costos 2001, publicada en Diario Oficial; base de cálculo para pequeño propietario con superficie predial de 10 hectáreas.
Precios y calidad de productos	Se exponen en Anexo 1
Actividades silvícolas consideradas y valores	Se exponen en Anexo 1
Esquemas Evaluados	A: Multipropósito B: Intensivo C: Estructural D: Extensivo E: Sin manejo o pulpable

• Resultados

Los principales resultados se exponen a continuación:

5.1.1 Volumen Total

En Figura 16, se muestra las tendencias de crecimiento en volumen total (m^3/ha), en base a resultados obtenidos utilizando simulador Radiata 3.03. En este se observa que el Sitio Santa Juana-30, es en el que se obtuvo el mayor volumen y, dentro de este sitio, el esquema sin manejo (E) es el de mayor producción en volumen total, seguido por

5. Evaluación de Esquemas de Manejo



el esquema extensivo (D); el esquema más intensivo en manejo (B), es el que presenta un menor volumen total, producto de la menor densidad final. En general, se observa que en todos los sitios evaluados se presenta esta misma tendencia, vale decir a menor intensidad de manejo y mayor densidad inicial, mayor volumen total. Entre los dos sitios de calidad 25, Santa Juana se muestra superior a Constitución por características edafoclimáticas propias de cada sitio. Se debe recordar que el sitio Constitución presenta entre 300 a 400 mm menos de precipitación que Santa Juana.

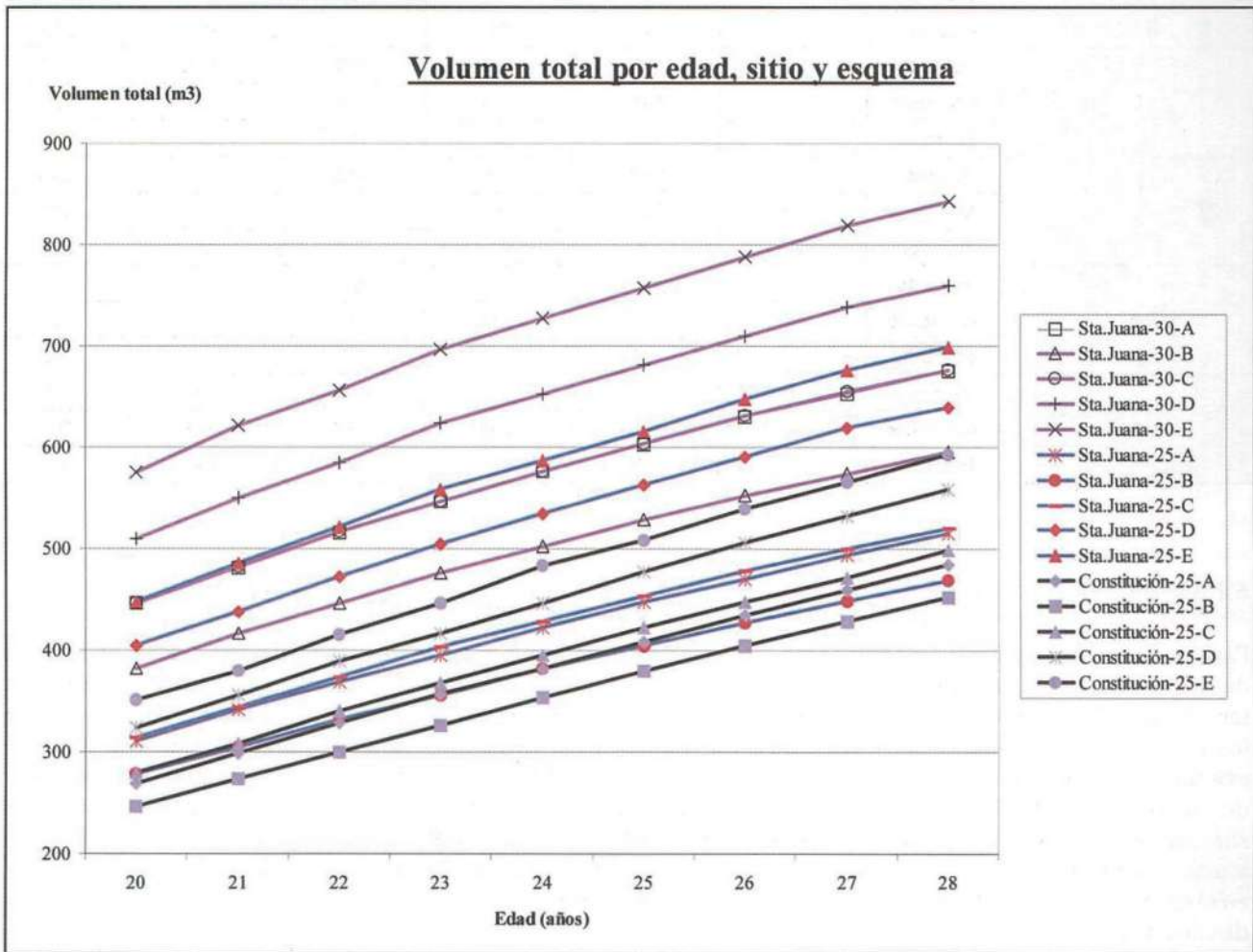


Figura 16: Volumen total según esquema de manejo en Pinus radiata y sitio.

5.1.2 Volumen por Productos

En el Cuadro 13, se muestran los resultados de la distribución de volumen de acuerdo a los productos obtenidos: podado, aserrable y pulpable. Como se aprecia en el referido cuadro, los esquemas más intensivos en manejo, especialmente en poda (A y B), generan una mayor proporción de productos podados y aserrables, y menor proporción de productos pulpable. Es necesario indicar que el *Simulador Radiata*, en sus resultados, indica como producto podado aquel trozo que ha sido sometido a este tratamiento, pero no indica la proporción de madera libre de defectos; es por ello que, por ejemplo, en el sitio 30 los tres primeros esquemas presentados en cuadro 13, tienen similar proporción de volumen podado, pero ello no significa que sean de la misma calidad.

5. Evaluación de Esquemas de Manejo

Cuadro 13: Volumen a los 23 años por tipo de producto según esquema de manejo.

Esquema	Distribución Volumen por Zona - Sitio						
	Tipo producto	Sta. Juana-30		Sta. Juana-25		Constiuc.-25	
		Vol (m ³ /ha)	%	Vol (m ³ /ha)	%	Vol (m ³ /ha)	%
A	Podado	157	29%	140	35%	128	36%
	Aserrable	312	57%	185	47%	147	41%
	Pulpable	78	14%	71	18%	81	23%
B	Podado	139	29%	124	35%	118	36%
	Aserrable	276	58%	175	49%	146	45%
	Pulpable	61	13%	57	16%	63	19%
C	Podado	159	29%	139	34%	130	35%
	Aserrable	319	58%	199	49%	157	43%
	Pulpable	68	12%	66	16%	80	22%
D	Podado	0	0%	0	0%	0	0%
	Aserrable	447	72%	338	67%	219	52%
	Pulpable	177	28%	167	33%	198	48%
E	Podado	0	0%	0	0%	0	0%
	Aserrable	482	69%	350	63%	222	50%
	Pulpable	214	31%	209	37%	224	50%

5.1.3 Evaluación Económica

Para este análisis económico, se utilizaron los supuestos que se exponen en Anexo 1 y Cuadro 12 de Evaluación de Esquemas de Manejo, por lo que sólo es válido para las condiciones expuestas, pero a su vez, muestran tendencias que deben ser consideradas por los operadores que asesoran a los dueños de la tierra y bosques y por los productores forestales. Los indicadores de rentabilidad utilizados, son los usuales para este tipo de evaluaciones y corresponden a: TIR (tasa interna de retorno), VAN (valor actualizado neto) y VES (valor esperado del suelo). Se debe indicar, además, que los resultados expuestos en el Cuadro 14, y tal como se indica en bases de simulación de esquemas de manejo (Anexo 1), no considera el valor del suelo y los gastos de administración anual de la propiedad, dado que se considera que el propietario es el que la administra y destina tiempo para ello; en el caso del costo de la tierra, para este análisis se considera que los pequeños y medianos propietarios son los dueños de la tierra, por lo que no deben hacer dicha inversión.

Se puede apreciar en los resultados expuestos en el Cuadro 14, que en los esquemas con más intensidad en poda y raleo (A y B), o con sólo una intervención en poda y raleo (C), se obtiene una mejor rentabilidad, considerando los indicadores económicos utilizados; además, se aprecia que el esquema estructural (C) es el que origina un mejor resultado en los tres sitios evaluados. En base a estos resultados, se puede concluir lo siguiente:

- El sitio es fundamental en la rentabilidad obtenida en un Proyecto Forestal; a mejor sitio (Santa Juan-30), se obtienen mejores indicadores de rentabilidad. Ello se explica por la mayor productividad obtenida a igual nivel de inversión en establecimiento, mantención y manejo.
- Los esquemas más intensivos en manejo (A, B, C), dieron un mejor resultado versus aquellos más extensivos (D), o sin manejo (E). Si bien la inversión en manejo es mayor, y el volumen total de los esquemas más intensivos en poda y raleo es menor, los ingresos esperados a la cosecha son mayores; esto es debido a los mejores precios posible de obtener por sus productos (trozos con diámetros medios mayores y podados), así como una leve disminución de costos de cosecha, producto del mayor volumen por árbol.

5. Evaluación de Esquemas de Manejo

- El esquema *Estructural* (C) dio un mejor resultado en todos los sitios, aunque sólo levemente superior al esquema *Intensivo* (B), cuando se evalúa el mejor sitio, Santa Juana; en sitios inferiores, la diferencia aumenta. Esto se puede explicar por los menores costos de inversión realizados en el establecimiento (1.000 plantas por hectárea) y en el manejo, (sólo un raleo y una poda tardía para evitar nudos muertos o demasiado grandes en los primeros seis metros), y una buena generación de productos aserrables y podados. Este puede ser un buen esquema para la pequeña propiedad dado que permite la obtención de productos manejados y aceptados en el mercado de madera aserrable en el país y, tiene una menor inversión en capital y tiempo del propietario. Sólo se exige a este esquema un buen método de establecimiento y mantenimiento posterior, para así asegurar una adecuada densidad.
- En general, sólo se justificaría un manejo intensivo de plantaciones en sitios de mayor productividad.
- Respecto a la edad de rotación, la tendencia indica que ésta aumenta en sitios de menor productividad, y disminuye en sitios de mayor productividad. Para los esquemas y sitios evaluados, los rangos de rotación obtenidos fluctúan entre los 20 y 23 años para los mejores sitios, y entre los 24 y 26 años para los sitios de menor productividad. En la práctica, aunque estas evaluaciones son útiles y sirven de guía para determinar edades de cosecha y rentabilidades, los propietarios deben decidir el momento de la cosecha de acuerdo a las condiciones de mercado y a sus requerimientos de caja.
- La bonificación que otorga el Estado para incentivar la forestación en Chile, es fundamental para promover el interés por plantar en pequeños y medianos productores forestales, ya que mejora considerablemente la rentabilidad del negocio forestal. Como se aprecia en el Cuadro 14, la rentabilidad promedio (TIR) aumenta hasta en 7,3 puntos, equivalente a un 40% de la TIR atribuido a bonificaciones, de acuerdo a los supuestos considerados en este análisis.
- La tasa de descuento influye fuertemente en un proyecto forestal, por el largo plazo de esta actividad. Es así, como se aprecia comparando las tasas usadas en supuestos (10 y 12%) (Cuadro 14 y Anexo 4), se obtuvo mejores rentabilidades (VAN y VES) en todos los esquemas cuando se utiliza la tasa de 10%.
- Las evaluaciones económicas son muy sensibles a los valores considerados, tanto de establecimiento, manejo, cosecha y, especialmente, precios de productos. A modo de ejemplo, una reducción del 10% de los costos de establecimiento, aumenta en un 2% el valor del TIR promedio; un aumento del 10% del precio promedio de los productos, aumenta en un 1% el valor de la TIR. Ello ratifica la necesidad de que los operadores y productores realicen sus propios análisis de los Proyectos Forestales a emprender, y sensibilizar de acuerdo a diversos escenarios de costos y precios.

Cuadro 14: Comparación rentabilidades esquemas de manejo en *Pinus radiata*, con y sin bonificación, tasa descuento 10%.

Zona-Sitio	Índice	Con bonificación según esquema					Sin bonificación según esquema				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Sta. Juana-30	Rotación (años)	22	20	21	23	22	22	20	21	23	22
	VAN (US\$)	923	928	935	644	719	449	454	511	180	303
	TIR (%)	20,6%	21,5%	21,7%	18,3%	19,5%	13,0%	13,3%	13,8%	11,3%	12,3%
	VES (US\$)	986	1.007	1.015	667	762	512	533	591	203	346
Sta. Juana-25	Rotación (años)	22	22	22	22	21	22	23	22	24	21
	VAN (US\$)	575	575	562	436	470	102	104	138	-26	54
	TIR (%)	18,5%	18,4%	19,0%	17,1%	18,1%	10,8%	10,8%	11,2%	9,8%	10,5%
	VES (US\$)	590	589	582	432	478	116	117	158	-29	62
Constitución-25	Rotación (años)	25	25	23	25	25	25	25	24	26	25
	VAN (US\$)	444	477	435	251	253	-30	3	13	-214	-163
	TIR (%)	16,6%	16,7%	17,6%	14,6%	14,8%	9,8%	10,0%	10,1%	8,1%	8,4%
	VES (US\$)	441	477	437	229	236	-33	3	15	-234	-179
Promedio (TIR)(%)		18,5%	18,9%	19,4%	16,7%	17,4%	11,2%	11,4%	11,7%	9,7%	10,4%

5. Evaluación de Esquemas de Manejo

5.2 *Eucalyptus sp.*

Como se ha dicho con anterioridad, en el caso de *Eucalyptus sp.* en Chile, en la actualidad y en forma masiva, sólo se están utilizando esquemas de manejo destinados a la producción de madera pulpable. A continuación se exponen simulaciones para un esquema pulpable, proyectado con el *Simulador Euca 3.1* desarrollado por INFOR, y en base a un ensayo realizado por el Instituto Forestal en la zona de Tomé, provincia de Concepción, y simulado en base a los siguientes supuestos y parámetros:

Cuadro 15: Variables consideradas en evaluación de esquema de manejo pulpable, *Eucalyptus sp.*

Variable	Características y parámetros	
Simulador de crecimiento	<i>Euca 3.1</i>	
Zona	Tomé, Concepción	
Especies, parámetros e índice de sitio considerado para simulación.	<i>E.globulus</i>	<i>E.nitens</i>
	Edad: 7 años Hd.: 15,3 m IS: 22,1	Edad: 7 años Hd.: 17,1 IS: 24,9
Densidades evaluadas	1.250 y 1.600 arb/ha	
Esquema Evaluado	Pulpable	

Hd: altura dominante
IS: índice de sitio (10 años)

• Resultados

Los resultados expuestos en el Cuadro 16, obtenidos en base a simulador *Euca 3.1*, indican que *E.nitens* presenta un crecimiento superior a *E.globulus*, con volúmenes entre 16 y 17 % superiores, para el mismo sitio. También se observa que densidades superiores a 1.250 árboles por hectárea no se justificarían en esquemas pulpables, ya que el incremento volumétrico decrece en densidades superiores, acercándose a volúmenes e incrementos similares a edades sobre los 12 años, en las dos densidades evaluadas y con los parámetros iniciales considerados.

Cuadro 16: Simulación crecimiento *Eucalyptus sp.*

Variable	<i>Eucalyptus globulus</i> por edad (años)						<i>Eucalyptus nitens</i> por edad (años)					
	1.250 arb/ha			1.600 arb/ha			1.250 arb/ha			1.600 arb/ha		
	8	12	16	8	12	16	8	12	16	8	12	16
Altura dom. (m)	20,1	29,2	36,6	20,1	29,2	36,6	22,3	32,8	41,2	22,3	32,8	41,2
Dcm (cm)	17,1	21,4	24,3	15,8	19,5	21,9	19,2	23,1	25,7	17,3	20,6	22,9
Area Basal (m ² /ha)	27,6	41,6	51,6	29,9	43,9	53,7	34,2	47,6	57,2	35,4	48,7	58,2
N (arb/ha)	1.193	1.153	1.116	1.528	1.476	1.428	1.179	1.140	1.107	1.509	1.459	1.417
Volumen (m ³ /ha)	176,2	386,5	598,9	190,1	406,1	621,2	241,3	483,2	725,0	249,2	492,8	734,6
ICA (m ³ /ha)	46,9	54,5	51,8	49,0	55,2	52,2	55,7	61,7	59,1	56,5	61,9	59,0

ICA: incremento anual corriente
Dcm: diámetro cuadrático medio

5.2.1 Evaluación económica

Del resultado de los indicadores económicos expuestos en el Cuadro 17, se puede concluir lo siguiente, de acuerdo a los supuestos considerados en Cuadro 15 y Anexo 2.

- *Eucalyptus globulus* presenta mejores resultados de rentabilidad que *E.nitens*, para la zona de Tomé, aunque *E.nitens* tenga un mayor crecimiento volumétrico; esto está influenciado por los precios de los productos, ya que

5. Evaluación de Esquemas de Manejo

los productos pulpables de *E.nitens* reciben en la actualidad sólo un 70% del valor de *E.globulus* en la zona de Concepción. Esta tendencia de precios pudiera cambiar en el futuro, en base a lo expuesto en punto de manejo aserrable *Eucalyptus sp.*, estimándose precios futuros un poco inferiores al *E.globulus* (10-15%) cuando esta especie penetre los mercados nacionales e internacionales y, se conozca y se reconozca sus propiedades celulósicas. Bajo dicho escenario, la TIR para *E.nitens* sería sólo levemente inferior a la obtenida para *E.globulus* (23% v/s 24%).

- Se mantiene la tendencia de *Pinus radiata*, en cuanto a la conveniencia en *Eucalyptus* de utilizar densidades de plantación menores a las tradicionalmente usadas (1.600-2.000 pl/ha). Al analizar los indicadores de rentabilidad para los dos rangos de densidad de plantación evaluados, se aprecian prácticamente iguales, con una leve tendencia a mejores rentabilidades (VAN) en la densidad inferior, especialmente en la situación sin bonificación. Ello se explica por la similar producción volumétrica, por los menores costos de establecimiento y, además por una leve disminución en los costos de cosecha de las plantaciones con densidades más bajas, debido al aumento del volumen medio de los árboles a cosechar. Esto sugiere que las densidades de plantación deberían fluctuar entre 1.000 y 1.250 plantas por hectárea. En este caso, para asegurar un buen prendimiento y desarrollo posterior, y, asegurar la densidad mínima necesaria, se deben utilizar técnicas adecuadas de establecimiento, plantas de buena calidad y origen conocido, y labores de mantención y protección recomendadas.
- Respecto a la edad de rotación, es similar para ambas densidades de plantación con *E.globulus* y levemente superior para *E.nitens*, dada la menor expectativa de precio considerada para esta última especie en la actualidad. De ocurrir el mejor escenario de precios mencionado anteriormente, las rotaciones (económicas), bajo los supuestos considerados, serían similares, es decir 13 a 14 años.
- La bonificación que otorga el Estado para incentivar la forestación en Chile, tiene gran incidencia en la rentabilidad. Como se aprecia en Cuadro 17, la rentabilidad promedio (TIR) aumenta entre 6,6 y 7,2 puntos, por concepto de bonificación.
- Comparando los resultados de VAN y VES, usando tasas de descuento de 10 y 12%, la rentabilidad también es mayor usando la tasa de descuento menor, si bien la diferencia porcentual entre ambos escenarios es inferior, dada la menor edad de rotación.
- Para *Eucalyptus* los resultados también son muy sensibles a los valores usados, tanto de los costos de formación, como del precio de los productos, como ya se indicó. En este caso una reducción del 10% de los costos de establecimiento, aumenta en un 4% el valor de la TIR promedio.

Cuadro 17: Evaluación económica *Eucalyptus sp.*, tasa descuento 10%.

Especie	Índice	Con Bonificación			Sin Bonificación		
		Densidad(pl/ha)		Promedio	Densidad(pl/ha)		Promedio
		1.250	1.600		1.250	1.600	
<i>E. globulus</i>	Rotación (años)	14	13	13,5	14	14	14,0
	VAN (US\$)	1.426	1.423	1.425	990	987	989
	TIR (%)	23,4%	24,6%	24,0%	16,9%	16,7%	16,8%
	VES (US\$)	1.780	1.811	1.796	1.344	1.339	1.342
<i>E. nitens</i>	Rotación (años)	15	15	15,0	16	16	16,0
	VAN (US\$)	795	767	781	372	290	331
	TIR (%)	19,0%	19,1%	19,1%	12,8%	12,2%	12,5%
	VES (US\$)	909	856	882	475	370	423

6. Código de Prácticas de Manejo

6. Código de Prácticas de Manejo

Las actividades de manejo y mantención de plantaciones deben ser realizadas considerando aspectos de seguridad para el personal que las realiza y, de protección y conservación del medio ambiente. Es por ello que a continuación se exponen algunas de éstas que deben tenerse presente en la planificación de las faenas (para mayor información ver: Código de prácticas forestales para Chile, Ministerio del Trabajo y Previsión Social - ACHS; Guía de Campo, Mejores Prácticas de Manejo Forestal, Universidad Austral de Chile; Model Code of Forest Harvesting Practice, FAO, 1996).

Un Código de Prácticas es una herramienta fundamentalmente preventiva, por lo que es útil comenzar con el tema de planificación, e incluirlo en el *Proyecto Forestal*, donde se consideren al menos aspectos como: Asignación de usos del predio, definición de áreas de producción y protección, áreas de fragilidad potencial (con criterios simples como es la pendiente y exposición), red hídrica permanente y tipo de caminos y, normas ambientales y de seguridad. Sobre este último aspecto, se entregan a continuación algunos puntos básicos a considerar:

6.1 Normas Generales Ambientales y de Seguridad

- Cumplir leyes y normas Chilenas sobre campamentos: casino y alimentos, instalación sanitaria y evacuación de aguas servidas, agua potable y basura.
- No botar desechos tóxicos a los cursos de agua, y definir área para residuos.
- Las plantaciones donde se efectúen faenas forestales deben quedar libres de desechos operacionales, tales como: repuestos, envases, aceites, combustibles, químicos, desechos de colaciones, y otros propios de la actividad.
- El transporte de combustible en el bosque debe hacerse en envases apropiados y acondicionados para ese fin; disponer lugares apropiados para su almacenamiento.
- Realizar mantenciones de maquinaria y recargas de combustible fuera del bosque o plantación.
- Mantener botiquín de primeros auxilios en los campamentos, en los vehículos de transporte y en la faena.

- Se debe considerar una apropiada implementación de seguridad para los trabajadores, de acuerdo a normas generales de seguridad e higiene y a lo estipulado en la legislación laboral y de seguridad social.
- El transporte de personal debe hacerse con vehículos que cumplan con las normas de seguridad establecidas en la ley y que cuenten con las autorizaciones correspondientes.
- No fumar o hacer fuego en el lugar donde se realice una faena forestal.

6.2 Normas a considerar en actividades de poda

Medidas ambientales:

- Realizar cuidadosamente los cortes de modo de evitar heridas en los fustes y problemas sanitarios al bosque.
- Despejar el material de poda depositado en sectores inmediatamente adyacentes a caminos de alto tránsito, para disminuir el riesgo de incendios forestales.
- No arrojar desechos de la poda a cursos de agua y áreas de protección.
- Mantener despejados los cortafuegos para evitar la propagación de incendios y facilitar las actividades de control del fuego.
- Mantener libre de desechos de poda los caminos, cunetas y alcantarillas.
- Definir procedimientos para las áreas de mayor riesgo de incendios.

Medidas de seguridad:

- Usar equipo de seguridad: los trabajadores deben usar casco apropiado para la faena, guantes, piñeras, zapatos de seguridad y protector ocular.
- Durante los desplazamientos y ascensos a los árboles, mantener siempre la herramienta en la funda.
- En el caso de usar serrucho de poda, se debe considerar que durante el corte, la mano de apoyo se debe situar más arriba de la rama o verticilo que se desea podar; en el caso de tijerón, en primera poda, despejar de ramas el sector de corte con serrucho u otro elemento cortante para evitar daños al fuste y accidentes por golpe en la cara y manos.
- Al podar a alturas superiores al alcance del hombre: usar escaleras diseñadas para tal efecto con cinturón de seguridad; si no se cuenta con escale-

6. Código de Prácticas de Manejo



ra y se debe trepar a un árbol, siempre se debe instalar los pies en ramas diferentes y usar cinturón de seguridad.

6.3 Normas a considerar en actividades de raleo

Medidas ambientales:

- No voltear hacia las áreas definidas como de seguridad y de protección, como cursos de agua.
- Realizar el volteo en forma dirigida, de acuerdo al tipo de madereo a utilizar, para evitar daños a los árboles remanentes.
- No cortar vegetación en cursos de agua y zonas de protección.
- Retirar desechos del raleo de los caminos, cunetas y alcantarillas.
- Mantener despejados los cortafuegos, para evitar la propagación de incendios y facilitar las actividades de control del fuego.
- En el madereo, evitar transitar por zonas de protección y cursos de agua; además, en lo posible diseñar y localizar las huellas de madereo para evitar alteraciones al sitio y compactación del suelo.

- No usar la pala del skidder para hacer huella de madereo.
- Cubrir con desechos las vías de saca después de la intervención.

Medidas de seguridad:

- Respetar las normas de seguridad en el uso de la motosierra en faenas de volteo, y en el madereo.
- El personal operador de motosierras debe estar capacitado y contar con los certificados que lo acrediten.
- Utilizar elementos de seguridad adecuados para la faena; Operador de motosierra: Casco, protector auditivo, protector visual, pantalón anticorte, guantes, zapatos de seguridad, y traje de agua cuando fuere necesario; Operador de maquinaria: Casco, guantes, zapatos de seguridad, ropa de trabajo, protector auditivo, y usar cinturón de seguridad; Estroberos: Casco, zapatos de seguridad, ropa de trabajo, guantes.
- Operadores de maquinaria, deben estar capacitados y contar con licencia de conducir clase D.
- Señalizar las áreas de volteo y madereo.



Bibliografía

- Bown Intveen Horacio, 1997. *Retrospectiva de la Silvicultura de Pino radiata*. Chile Forestal, Documento Técnico 104. Santiago, Chile. 8p.
- Bown Intveen Horacio, 1998. Chile Forestal, Documento Técnico 122. Santiago, Chile. 11p.
- FAO, 1996. *Model Code of Forest Harvesting Practice*. Rome, Italy. 85p.
- Forest Industries Training, 2000. *Best Practice Guidelines for Silvicultural Pruning*, Rotorua, New Zealand. 52p.
- INFOR, 2000. *Establecimiento de Plantaciones Forestales, Eucalyptus sp.* INFOR, Documento de Divulgación N° 18. 30p.
- INFOR, 2000. *Establecimiento de Plantaciones Forestales, Pinus radiata, Pinus Ponderosa, Pseudotsuga menziesii.* INFOR, Documento de Divulgación N° 17. 33p.
- INFOR, 2000. *Manual de Manejo Silvícola para Coníferas en Aysén*. 22p.
- INFOR, 2001. *Manual de Plantaciones Forestales para Pequeñas Propiedades*. INFOR, Manual 30. 41p.
- INFOR-CORFO, 1989. *Eucalyptus. Principios de Silvicultura y Manejo*. 199p.
- International Union of Forestry Research Organizations- Forest Research Institute, 1990. *New Approaches to Spacing and Thinning in Plantation Forestry*. 271p.
- Ministerio del Trabajo y Previsión Social- Asociación Chilena de Seguridad, 1997. *Código de Practicas Forestales para Chile*. 96p.
- Ministry of Forestry- New Zealand - Forest Research Institute, 1996. *Managing a Small Forest for Timber*. 94p.
- New Zealand Forest Research Institute, 1993. *Radiata Pine Growers' Manual*. FRI Bulletin N° 184. Rotorua, New Zealand. 140p.
- Simposio Internacional IUFRO, 2001. *Desarrollando el Eucalipto del Futuro*. Valdivia, Chile.
- Smith M. David, 1986. *The Practice of Silviculture*. John Wiley & Sons Inc. 527p.
- Universidad Austral de Chile, 1999. *Guía de Campo, Mejores Practicas de Manejo Forestal*.
- XII Silvotecnica, 1999. *Realidad y Potencial del Eucalipto en Chile*. Concepción, Chile.

Anexo 1

A. Bases de Simulación para Esquemas de Manejo: *Pinus radiata*

1. Valores y supuestos

1.1. Supuestos

- Para el cálculo de los indicadores económicos no se consideró el valor del suelo, dado que se supone que el pequeño y mediano propietario lo posee; además, no se consideró el valor de gasto de administración anual, ya que se estima que el propietario no incurre en gastos adicionales a su labor normal de administración predial, en concordancia con los supuestos considerados para el cálculo de la Tabla Anual de Costos de Establecimiento publicado por CONAF anualmente en el diario oficial.
- Los valores de indicadores económicos obtenidos, son antes de impuestos.
- Se utilizó tasas de descuento de 10 y 12 %.
- Tipo de cambio (US\$) = \$590

1.2. Valores de faenas y actividades de manejo

Cuadro 18: Costo establecimiento pequeños propietarios, base 10 hectáreas.

Actividad	Año	Egreso (\$/ha)	Ingreso (\$/ha)
Preparación terreno	0	60.000	
Construcción de Cercos	0	73.367	
Costo plantas y plantación, densidad 1.667 pl/ha	0	144.420	
Costo plantas y plantación, densidad 1.250 pl/ha	0	108.750	
Costo plantas y plantación, densidad 1.000 pl/ha	0	87.200	
Control de malezas post-plantación	0	40.000	
Bonificación, densidad 1.667 pl/ha	1		283.206
	3		56.641
Bonificación, densidad 1.250 pl/ha	1		254.537
	3		50.907
Bonificación, densidad 937 pl/ha	1		233.070
	3		46.614

Cuadro 19: Costo y actividades mantención y protección.

Actividad	Año	Egreso (\$/ha)
Control malezas de mantención	2	40.000
Corrección fustal	3	12.000
Seguros	1 hasta la cosecha (anual)	<ul style="list-style-type: none"> • Año 1 a 19: 0.6% de costo de reposición. • Año 20 a 26: 0.6% del margen en pié.

Anexos

Cuadro 20: Costos e ingresos según esquema de manejo.

Esquema de Manejo	Actividad de Manejo	Año	Egreso (\$/ha)	Ingreso	
				(\$/ha)	Volumen (m ³ /ha)
A Multipropósito	Poda 1: a 2,0 m, 700 arb.	6	35.000		
	Raleo 1 a desecho: a 700 arb.	6	20.000		
	Bonificación: poda 1 y raleo 1	6		66.320	
	Poda 2: a 5.5 m, 500 arb.	9	40.000		
	Raleo 2 comercial: a 500 arb.	12		35.400	20
B Intensivo	Poda 1: a 2,0 m, 600 arb.	6	35.000		
	Raleo 1 a desecho: a 600 arb.	6	20.000		
	Bonificación: poda 1 y raleo 1	6		66.320	
	Poda 2: a 3.5 m, 400 arb.	8	30.000		
	Poda 3: a 5,5 m, 400 arb.	9	30.000		
C Estructural	Raleo 2 comercial: a 500 arb.	12		53.100	30
	Raleo 1: comercial, a 500 arb	8		26.550	15
D Extensivo	Poda 1: a 5,5 m, 500 arb	9	50.000		
	Bonificación: poda 1 y raleo 1	10		66.320	
	Raleo 1: comercial a 1000 arb	10		25.550	15
E Sin manejo	Sin manejo, solo actividades de mantención.		Sin manejo		

Cuadro 21: Costos y actividades cosecha.

Actividad	Valor (US\$/m ³)
Volteo y madereo	5,0 - 7,0
Camino	1,5
Carguío	1,0
Transporte	6,0



Cuadro 22: Precios de productos según esquema de manejo.

Producto		Sigla	Precios según esquema de manejo (US\$/m ³)				
Nombre	Díametro min (cm)		A	B	C	D	E
Podado	44	P1	65	75	51	S/P	
Podado	36	P2	56	65	49		
Podado	32	P3	51	60	47		
Podado	24	P4	34				
Podado	18	P5	29				
Aserrable	32	P6			42		
Aserrable	28	P7			37		
Aserrable	24	P8			32		
Aserrable	18	P9			27		
Pulpable	10	P10			20		

(*)S/P: Sin precio para este esquema.

- El precio de productos podados se determinó en relación al porcentaje de madera libre de nudos o clear, obtenidas en los trozos en cada esquema de manejo. En este caso se obtiene una mayor proporción de madera clear en B, luego A y C sucesivamente.
- Para el cálculo de ingresos a la cosecha, se ponderó el volumen de madera obtenido por tipo de producto en cada esquema de manejo, de acuerdo a los resultados de cada simulación, por el precio estimado para cada producto indicado en cuadro 22.



Anexo 2

B. Bases para Simulación Esquemas de Manejo: *Eucalyptus*

1. Valores y Supuestos

1.1 Supuestos

- Para el cálculo de los indicadores económicos, no se consideró el valor del suelo dado que se supone que el pequeño y mediano propietario lo posee; además, no se consideró el valor de gasto de administración anual, ya que se estima que el propietario no incurre en gastos adicionales a su labor normal de administración predial, en concordancia con los supuestos considerados para el cálculo de la Tabla Anual de Costos de Establecimiento publicado por CONAF anualmente en el Diario Oficial.
- La evaluación se realizó entre los 8 y 16 años de edad.
- Los valores de indicadores económicos obtenidos, son antes de impuestos.
- Se utilizó tasas de descuento de 10 y 12 %.
- Tipo de cambio (US\$) = \$590

Cuadro 23: Costo establecimiento pequeños propietarios, base 10 hectáreas.

Actividad	Año	Egreso (\$/ha)	Ingreso (\$/ha)
Preparación terreno	0	60.000	
Construcción de Cercos	0	73.367	
Control de malezas pre-plantación	0	50.000	
Costo plantas y plantación, densidad 1.667 pl/ha	0	192.000	
Costo plantas y plantación, densidad 1.250 pl/ha	0	150.000	
Control de malezas post-plantación	0	55.000	
Bonificación, densidad 1.667 pl/ha	1		299.648
	3		59.930
Bonificación, densidad 1.250 pl/ha	1		266.859
	3		53.372

Cuadro 24: Costos y actividades mantención y protección.

Actividad	Año	Egreso (\$/ha)
Control malezas mantención 1	1	55.000
Control malezas mantención 2	2	35.000 (solo para plantación a 1.250 pl/ha)
Seguros	1 hasta la cosecha (anual)	<ul style="list-style-type: none"> • Año 1 a 7: 0.6% de costo de reposición. • Año 8 a cosecha: 0.6% del margen en pié.



Cuadro 25: Costos y actividades cosecha.

Actividad	Valor (US\$/m ³)
Volteo, maderero y descortezado	6,1 - 10,7
Camino	1,5
Carguío	1,5
Transporte	5,0



Cuadro 26: Precios de productos según esquema de manejo.

Producto		Especie	Precio (US\$/m ³)
Nombre	Diametro min (cm)		
Pulpable	8	<i>E. globulus</i>	31
		<i>E. nitens</i>	23



Anexo 3

Cálculo de volumen

1. Cálculo de volumen pulpable

En Chile la madera para uso pulpable se comercializa en metros ruma, unidad que tiene las siguientes medidas:

- 1 metro ruma (mr) = 1m x 1m x 2,44 m de largo
- 1 metro ruma *Pinus radiata* = 1,52 – 1,56 m³ s.s.c.
- 1 metro ruma *Eucalyptus sp.* = 1,58 – 1,62 m³ s.s.c.

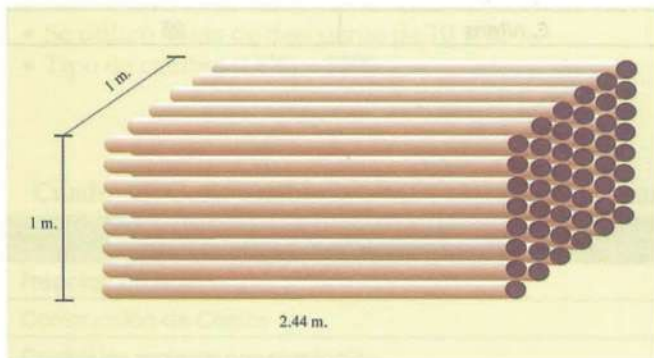


Figura 17: Dimensiones metro ruma.

2. Cálculo de volumen aserrable

Para el cálculo de volumen aserrable existen diferentes reglas madereras, pero la más usada en Chile, en la actualidad, es la regla JAS.

Regla JAS:

- Volumen de trozas de largo inferior a 6 metros:

$$V = (D^2 \times L) / 10000$$

V = Volumen en m³

D = Diámetro inferior de la troza en cm.

L = Largo de la troza en metros

- Volumen de trozas de largo igual o superior a 6 metros:

$$V = (D + 0,51 - 2) \times L / 10000$$

- Diámetro se mide en el extremo menor del trozo, y se

aproxima al par inferior.

Ejemplo: D = 23,8 cm., se rebaja a D = 22 cm.

- Largo en metros, se aproxima a los 20 cm inferior a la medida.
(Nota: algunas empresas aproximan a los 10 cm)

Ejemplo: L = 4.10 m., se rebaja a L = 4.00

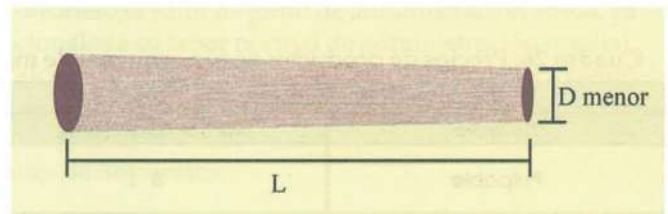


Figura 18: Parámetro a considerar en cubicación de trozo.



Cuadro 27: Cubicación según regla JAS

Diámetro menor del trozo (cm)	Volumen (m ³)			
	Largo de trozos (m)			
	2.44	3.20	4.10	6.00
18	0.0778	0.1037	0.1296	0.2166
20	0.0960	0.1280	0.1600	0.2646
22	0.1162	0.1549	0.1936	0.3174
24	0.1382	0.1843	0.2304	0.3750
26	0.1622	0.2163	0.2704	0.4374
28	0.1882	0.2509	0.3136	0.5046
30	0.2160	0.2880	0.3600	0.5766
32	0.2458	0.3277	0.4096	0.6534
34	0.2774	0.3699	0.4624	0.7350
36	0.3110	0.4147	0.5184	0.8214
38	0.3466	0.4621	0.5776	0.9126
40	0.3840	0.5120	0.6400	1.0086
42	0.4234	0.5645	0.7056	1.1094
44	0.4646	0.6195	0.7744	1.2150
46	0.5078	0.6771	0.8664	1.3254
48	0.5530	0.7373	0.9216	1.4406
50	0.6000	0.8000	1.0000	1.5606



Anexo 4

Resultado Evaluación Económica y Productos

A. *Pinus radiata*

Cuadro 28: Evaluación económica según esquemas de manejo *Pinus radiata*, tasa descuento 12 %

Zona-Sitio	Índice	Con Bonificación					Sin Bonificación				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Sta. Juana-30	Rotación (años)	20	20	21	20	20	22	20	21	20	21
	VAN (US\$)	553	587	587	367	422	110	137	186	-77	28
	TIR (%)	21,2%	21,4%	21,5%	19,1%	20,0%	12,9%	13,3%	13,8%	11,2%	12,3%
	VES (US\$)	565	603	606	358	426	120	153	205	-86	31
Sta. Juana-25	Rotación (años)	22	22	22	21	21	22	22	22	22	21
	VAN (US\$)	330	328	328	235	267	-120	-122	-73	-211	-131
	TIR (%)	18,3%	18,2%	18,8%	17,1%	17,9%	10,8%	10,7%	11,2%	9,6%	10,4%
	VES (US\$)	319	317	322	213	254	-131	-133	-80	-230	-145
Constitución-25	Rotación (años)	22	25	23	25	25	25	25	23	25	25
	VAN (US\$)	222	241	238	97	103	-227	-209	-163	-347	-296
	TIR (%)	17,0%	16,5%	17,4%	14,3%	14,6%	9,7%	9,9%	10,0%	7,9%	8,3%
	VES (US\$)	202	228	225	75	85	-241	-222	-176	-368	-314
Promedio (TIR)(%)		18,9%	18,7%	19,2%	16,8%	17,5%	11,1%	11,3%	11,7%	9,6%	10,3%

B. *Eucalyptus sp.*

Cuadro 29: Evaluación económica *Eucalyptus sp.*, tasa descuento 12%

Especie	Índice	Con bonificación			Sin bonificación		
		Densidad (pl/ha)		Promedio	Densidad (pl/ha)		Promedio
		1.250	1.600		1.250	1.600	
E. globulus	Rotación (años)	13	13	13,0	14	13	13,5
	VAN (US\$)	990	1.037	1.014	592	567	580
	TIR	24,1%	24,6%	24,3%	16,9%	17,0%	17,0%
	VES (US\$)	1.161	1.206	1.184	744	736	740
E. nitens	Rotación (años)	14	14	14,0	15	15	15,0
	VAN (US\$)	509	493	501	96	29	62
	TIR	19,5%	19,5%	19,5%	12,9%	12,3%	12,6%
	VES (US\$)	533	500	517	118	35	76

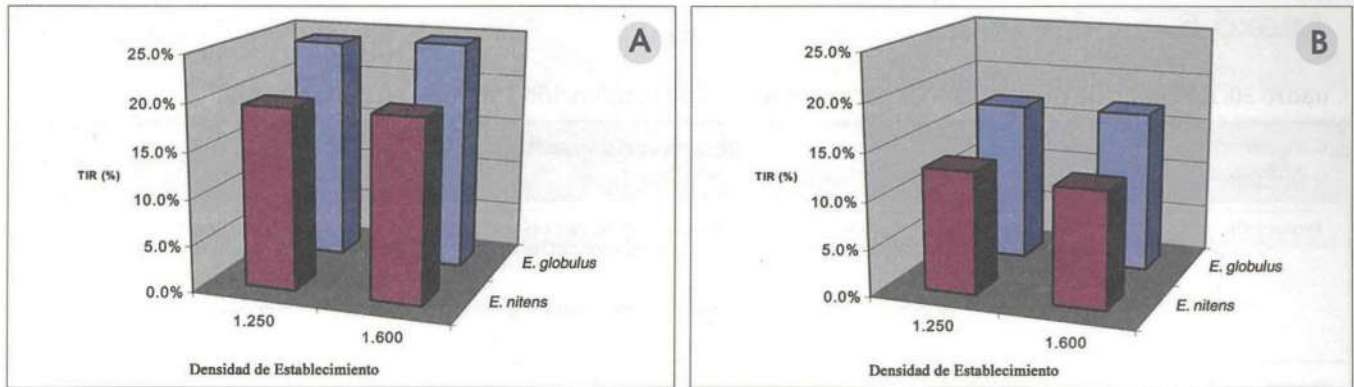


Figura 19: Gráfico TIR (a) con bonificación, (b) sin bonificación, según especie y densidad, *Eucalyptus* sp.



Anexo 5

Cuadro 30: Resumen de prescripciones para actividades de mantenimiento y manejo en plantaciones.

Característica o Actividad	Resumen de Prescripciones
Protección	<ul style="list-style-type: none"> Las actividades de protección deben ser permanentes. Se deben excluir animales hasta que la plantación tenga 2-3 m de altura. Prevenir los incendios forestales; en caso de ocurrencia tener un plan de emergencia, y además avisar a Conaf y Carabineros de Chile. La mejor forma de evitar o reducir problemas sanitarios (insectos, hongos o deficiencias nutricionales), es eligiendo la especie adecuada para el sitio.
Control de maleza para mantenimiento de plantaciones	<ul style="list-style-type: none"> Mantener la plantación libre de malezas hasta el cierre de copas, pudiéndose utilizar productos químicos autorizados por las entidades competentes, o realizar control manual. Los herbicidas más utilizados se pueden clasificar según la forma que actúan sobre las malezas, en aquellos que actúan principalmente aplicados al follaje y en aquellos que actúan principalmente a nivel de suelo. Es muy común que se utilicen distintas mezclas de productos y dosis, dependiendo de las malezas, suelos y tipo de control que se requiera. A veces es recomendable que se agreguen adyuvantes (surfactantes, reguladores de pH, adherentes, penetrantes, antideriva, etc.), que contribuyen a la eficiencia, eficacia y seguridad de una aplicación. <p>Herbicidas aplicados al follaje: (se nombra solo el nombre genérico de sus ingredientes activos, dado que los productos similares se encuentran a la venta con distintos nombres, según su fabricante):</p> <p>Este tipo de productos pueden ser sistémicos o de contacto. En general se prefieren los herbicidas sistémicos, dado que penetran a la maleza y se movilizan ya sea a raíces y/o tallos y follaje.</p> <p>Algunos herbicidas sistémicos a su vez pueden ser selectivos o no al cultivo (<i>Pinus radiata</i>, <i>Eucalyptus sp.</i>) y se utilizan tanto en pre como postplantación. Como regla general en controles postplantación los productos sistémicos no selectivos, deben ser asperjados solo a las malezas objetivo manejando la técnica de aplicación. Los herbicidas de contacto no son selectivos y son poco usados.</p> <p>Entre los herbicidas sistémicos no selectivos, aplicados al follaje más usados, se encuentran los siguientes:</p> <p>Glifosato: usado para control de gramíneas (anuales a perennes) y una gran variedad de malezas de hoja ancha, también arbustivas; no tiene persistencia en el suelo.</p> <p>Triclopir: usado para el control de especies leñosas como zarzamora, maqui, retamillo, ulex, vauvros y rebrotes de algunas especies arbóreas; bajo algunas condiciones puede tener alguna persistencia en el suelo.</p> <p>Metsulfuronmetil: si bien se le considera como herbicida sueloactivo por lo que puede tener persistencia en el suelo y afectar al cultivo, también tiene un importante uso como herbicida de follaje sistémico, por lo que es usado para el control de malezas de hoja ancha, anuales y perennes, también leñosas.</p> <p>Picloram: usado para el control de especies leñosas en mezcla con Triclopir, solo en plantaciones de Pino radiata, para mejorar el control en malezas difíciles, especialmente ulex y rebrotes de otras especies leñosas; bajo algunas condiciones puede tener alguna persistencia en el suelo. También se le usa en mezcla con Metsulfuronmetil, para control de arbustivas en <i>Pinus radiata</i>.</p> <p>Clopyralid y Fluroxipir: usados para el control de malezas de hoja ancha, incluso algunas leñosas; clopyralid en dosis bajas presenta cierto grado de tolerancia tanto para Pino como para Eucalipto.</p> <p>Entre los herbicidas sistémicos, selectivos aplicados al follaje destacan los Gramicidas, que como su nombre indica solo tienen efecto de control sobre gramíneas, anuales y perennes, por lo que no tienen efecto nocivos al ser asperjados sobre las plantaciones.</p> <p>Herbicidas que actúan principalmente a nivel de suelo (suelo-activos):</p> <p>Genéricamente también se les conoce como preemergentes ya que principalmente actúan inhibiendo la germinación de las semillas de numerosas malezas, tanto gramíneas como de hoja ancha, al ser absorbidos por las raíces de semillas en germinación; por ello normalmente se requiere de lluvias posteriores a su aplicación. En general tienen acción residual pudiendo permanecer con actividad en el suelo por varios meses, lo que dependerá del ingrediente activo y su dosis, así como del tipo de suelo y régimen de lluvias. Se debe ser cuidadoso, puesto que entre estos herbicidas hay algunos que también tienen efecto de contacto, pudiendo dañar a los Eucaliptos nuevos en controles postplantación. A su vez algunos son más solubles pudiendo moverse en el suelo, por lo que son tóxicos para los Eucaliptos, y a veces también al Pino.</p> <p>Para <i>Pinus radiata</i> se puede usar Simazina, Terbutilazina, Atrazina y Hexazinona (Veipar). Los tres últimos además tienen efecto de contacto y no es necesario proteger al Pino, por lo que son preferidos.</p> <p>En plantaciones de <i>Eucalyptus</i> solamente se utiliza Simazina y Terbutilazina. Se debe ser cuidadoso al usar Terbutilazina en controles postplantación de <i>Eucalyptus</i> pequeños, evitando mojar follaje y especialmente los brotes, por su efecto de contacto.</p> <ul style="list-style-type: none"> Dada las múltiples combinaciones de malezas, suelos, tipos de control, etc., no se entregan recomendaciones de productos, dosis ni técnicas de aplicación posibles de ser usadas, siendo muy importante buscar la asesoría apropiada. Control manual, eliminar malezas en un radio mínimo de 1 m alrededor de la planta. En caso de malezas leñosas, se puede



Característica o Actividad	Resumen de Prescripciones
Control de maleza para mantención de plantaciones	<p>hacer desbroce con herramientas manuales y desbrozadoras; además, se puede utilizar productos químicos, pero con el cuidado de no aplicar sobre las plantas, dada su baja selectividad, como ya se mencionara.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe evitar la aplicación de herbicidas en áreas que presentan niveles de erosión o de protección de cursos de agua.
Fertilización de mantención y producción	<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de la mezcla, generalmente NPK, se realiza en dosis que dependerán de la calidad del sitio, de la necesidad de la planta, y de las indicaciones que se desprenden del análisis químico del suelo. • Se puede realizar fertilización entre el primer y tercer año, y en algunos casos junto a las actividades de manejo. • Usualmente se usan dosis de NPK que van desde 120 a 200 gramos por planta. • La fertilización se aplica hacia el final del período de lluvias e iniciado el período de mayor crecimiento. El sistema de aplicación se realiza en surcos, paralelos a la pendiente, a ambos costados de la planta a 12 y 15 cm de distancia, y a una profundidad de 5 a 10 cm; también puede hacerse en un solo surco ubicado en la parte superior de la pendiente o bien en 2-4 hoyos alrededor de cada planta. Cubrir con suelo después de aplicar el fertilizante. • En general es conveniente agregar Boro en forma preventiva, tanto en <i>Pinus radiata</i> como <i>Eucalyptus</i>, para evitar malformaciones apicales. Para ello se incorpora usualmente a la mezcla de NPK, si no lo tuviera. La dosificación dependerá del análisis de suelo, del tipo de fertilizante y del tipo de suelo; se deben tener precauciones ya que un exceso de Boro puede ser tóxico para las plantas. En algunos casos, en suelos erosionados con alta deficiencia, conviene continuar las aplicaciones durante los primeros tres años.
Corrección fustal	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer corrección fustal en el caso de daño por viento, heladas y, por causa de plagas o enfermedades, que originen malformaciones en el fuste o en la flecha principal del árbol. • Corregir cuando los árboles tengan entre 1,5 y 3,0 metros, seleccionando la guía o rama mas vigorosa y cortando las restantes. • La época más apropiada para efectuar corrección fustal en pino, por efecto de la polilla del brote corresponde a otoño-invierno; en caso necesario, reforzar esta corrección con agroquímicos para el control de la polilla del brote. • Para <i>Eucalyptus</i>, cuando ocurran daños por efecto del clima (viento y heladas), estas se deben corregir a fines del invierno o principios de la primavera. • Para un control eficaz de polilla del brote, se recomienda hacer control biológico utilizando la avispa <i>Orgilus obscurator</i> a partir del primer año de plantación.
Manejo: Selección, podas y raleos	<ul style="list-style-type: none"> • Ver esquemas y recomendaciones estipuladas en capítulos 3 y 4. • En general, por efectos biológicos y de crecimiento de la especie, se recomienda realizar la faena de poda durante el invierno. • El raleo, también debería realizarse durante el invierno, pero por aspectos operacionales, a veces se realiza entre primavera y el otoño.



Agradecemos a todos aquellos que cooperaron con información técnica relevante para la preparación de este documento, especialmente a:

- Héctor Morales, Bosques de Chile S.A.
- Jean Pierre Lasserre, Forestal Mininco S.A.
- Juan Andrés Celhay, Forestal Monteaguila S.A.
- Mariana Löbel, Forestal Bío Bío S.A.
- Luis Duchens S., Corporación Nacional Forestal.
- Gerardo Valdebenito R., Hans Grosse y Alfredo López, Instituto Forestal.