Eucalyptus regnans

EUCALIPTO

Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional

MONOGRAFIA

INFOR - CONAF

Eucalyptus regnans

Eucalyptus regnans es el árbol latifoliado más grande del mundo, alcanzando más de 90 m. de altura. Se distribuye naturalmente en Victoria y Tasmania (Australia) y en Chile la especie es recomendada para gran parte de la VIII, IX y norte de la X Región. Es exigente, intolerante a sequías o heladas severas, desarrollándose mejor en suelos francos, profundos y con buen drenaje. En rodales naturales crece entre 15 y 20 m^3/ha/año y en Chile entre 26 y 63 m^3/ha/año. Se usa para madera aserrada, celulosa y papel, mueblería, ebanistería, chapas y otros.

AUTORES:
Verónica Loewe M.
Manuel Toral I.
María Alejandra Mery A.
Marta González O.
Claudia Delard R.
Gabriel Pineda B.
Claudia López L.
Elizabeth Urquieta N.

CONTRAPARTE TÉCNICA CONAF:
Michael Bourke
Armando Sanhueza

97

POTENCIALIDAD DE ESPECIES Y SITIOS PARA UNA DIVERSIFICACIÓN SILVÍCOLA NACIONAL

Monografía de

EUCALIPTO

Eucalyptus regnans

Registro de propiedad intelectual N° 99123
Santiago de Chile, 1997

Autor: **INFOR - CONAF**
Equipo de trabajo:
VERÓNICA LOEWE M.
MANUEL TORAL I.
Mª ALEJANDRA MERY A.
MARTA CONZÁLES O.
CLAUDIA DELARD R.
GABRIEL PINEDA B.
CLAUDIA LÓPEZ L.
ELIZABETH URQUIETA N.

Contraparte técnica CONAF:
MICHAEL W. BOURKE
ARMANDO SANHUEZA S.

Financiamiento de la presente edición:

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA, F.I.A.
Ministerio de Agricultura. Chile.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, CONAF
Ministerio de Agricultura. Chile.

INSTITUTO FORESTAL, INFOR
Corporación de Fomento a la Producción. Chile.

Esta publicación se terminó de imprimir en Noviembre de 1998.
El texto reproducido y las opiniones vertidas en este documento, son de responsabilidad exclusiva de los autores
Fue impreso por: Neuenschwander & Cruz. Santiago Chile

ÍNDICE

ÍNDICE
Prólogo
1. ANTECEDENTES GENERALES 9
1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL 9
1.2 DISTRIBUCIÓN NATURAL 10
1.3 DISTRIBUCIÓN EN CHILE 10
1.4 PLANTACIONES EN EL MUNDO 11
1.5 TIPO FORESTAL 12
1.6 ASPECTOS REPRODUCTIVOS 12
1.7 ASPECTOS GENÉTICOS 13
2. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS 19
2.1 SUELOS 19
2.2 CLIMA 20
2.3 ALTITUD 21
2.4 TOPOGRAFÍA 22
2.5 ASPECTOS NUTRICIONALES 22
3. PLAGAS Y ENFERMEDADES 25
4. SILVICULTURA Y MANEJO 27
4.1 PROPAGACIÓN 27
4.1.1 Regeneración natural 27
4.1.1.1 Método de árbol semillero 27
4.1.1.2 Regeneración natural por tocón 28
4.1.2 Propagación artificial 29
4.1.2.1 Viverización 29
4.1.2.2 Producción de plantas en contenedores 30
4.1.2.3 Semillas 31
4.1.2.4 Época de siembra 31
4.1.2.5 Sustrato 31
4.1.2.6 Desarrollo, manejo y nutrición de las plantas ... 32
4.2 ESTABLECIMIENTO 32
4.2.1 Preparación del terreno 32
4.2.2 Plantación 33
4.2.3 Densidad de plantación 34
4.2.4 Riego 34
4.2.5 Control de malezas 34
4.3 MANEJO FORESTAL 35
4.3.1 Crecimiento 35

4.3.2 Tratamientos silviculturales 44
4.3.2.1 Manejo como Monte bajo 44
4.3.2.2 Manejo como Monte Alto 45
4.3.3 Raleos y Fertilización 45
4.3.4 Podas 48
5. PRODUCCIÓN DE MADERA 51
5.1 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN 51
5.2 PRODUCCIÓN NACIONAL 55
5.3 USOS DE LA MADERA 55
5.4 PRECIOS 55
6. EVALUACIÓN ECONÓMICA 59
6.1 ANTECEDENTES 59
6.1.1 Crecimiento esperado 59
6.1.2 Rotación 60
6.1.3 Cubicación de la especie 60
6.2 MARCO DE EVALUACIÓN 60
6.3 ANTECEDENTES BÁSICOS 61
6.3.1 Indicadores económicos 61
6.3.2 Valor de la jornada de trabajo 61
6.4 COSTOS DIRECTOS 62
6.4.1 Costos de establecimiento de una plantación de Eucalyptus regnans 62
6.4.2 Costos de manejo 62
6.4.3 Costos de cosecha 63
6.4.4 Costos de administración 63
6.4.5 Costos de mantención 63
6.4.6 Costos de protección forestal 63
6.5 DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LOS PRODUCTOS 64
6.6 ESQUEMA DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO . 64
6.7 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN 68
6.8 CONCLUSIONES 69
7. OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE Eucalyptus regnans, VIII - X REGIÓN .. 71
7.1 INTRODUCCIÓN 71
7.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA Eucalyptus regnans 71
7.3 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE Eucalyptus regnans, VIII - X REGIÓN 72
7.3.1 Zona de estudio 72
7.3.2 Información general utilizada 72

7.3.3 Información específica utilizada 73
7.3.4 Requerimientos ecológicos de Eucalyptus regnans 73
7.3.4.1 Tempertaura mínima absoluta mensual 73
7.3.4.2 Temperatura media anual 73
7.3.4.3 Precipitación anual 74
7.3.4.4 Meses secos 74
7.3.4.5 Textura del suelo 74
7.3.4.6 Profundidad del suelo 75
7.3.4.7 Drenaje del suelo 75
7.3.4.8 Altitud 75
7.4 ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE Eucalyptus regnans, VIII - X REGIÓN 76
7.4.1 Área potencial para Eucalyptus regnans en la VIII Región del Bío-Bío 76
7.4.2 Área potencial para Eucalyptus regnans en la IX Región de la Araucanía 77
7.4.3 Área potencial para Eucalyptus regnans en la X Región de Los Lagos 79

Bibliografía 81
Anexos 89
ANEXO I
UBICACIÓN DE RODALES Y PLANTACIONES DE *Eucalyptus regnans*
ANEXO II
CUADRO RESUMEN DE ANTECEDENTES PARA *Eucalyptus regnans*
ANEXO III
FICHAS TÉCNICAS
COSTOS DE COSECHA
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN
COSTOS DE PROTECCIÓN FORESTAL
ANEXO IV
INGRESOS POR PRODUCTOS
ANEXO V
UBICACIÓN DE *Eucalyptus regnans* EN EL PAÍS

PRÓLOGO

En el año 1995, el sector forestal supera, por primera vez, los dos mil millones de dólares como valor total de las exportaciones de productos a partir, principalmente, de las plantaciones de Pino radiata y Eucalipto. El mismo año se pone en marcha el Proyecto Catastro de la Vegetación Nativa, instrumento que materializa el anhelo nacional por conocer el estado de estos recursos. Y, también ese año, se establece la necesidad de enfrentar la diversificación de las plantaciones forestales, mediante la puesta en marcha de un Programa de Diversificación, impulsado por la Corporación Nacional Forestal.

El propósito de diversificar demuestra el grado de madurez que ha alcanzado la Nación en esta materia, al proponerse un paso de gran importancia y un nuevo impulso al dinamismo del desarrollo forestal.

Para llevar a cabo esta tarea, cuyos propósitos son ampliar la base de sustentación de la silvicultura nacional y orientar una producción de mayor valor agregado hacia nuevos mercados, fue necesario, en primer lugar reunir las bases fundamentales del conocimiento disponible. Para ello se ha elaborado el material bibliográfico que a continuación se presenta, una colección de 11 Monografías de las siguientes especies: Lenga, Roble, Raulí, Coigüe y Canelo, entre las nativas, Pino oregón, Álamo, Castaño, Aromo australiano, Eucalipto regnans y Pino piñonero entre las exóticas y una detallada cartografía, a escala 1:250.000, que ilustra el área potencial de ellas, excepto Lenga y Canelo.

Las dos instituciones estatales del sector, la Corporación Nacional Forestal y el Instituto Forestal, han unido esfuerzos durante más de dos años para llevar a cabo este objetivo, el cual se inició mediante un riguroso proceso de selección de especies a partir de más de doscientas opciones iniciales. Durante este proceso participó un grupo de prestigiados especialistas en la materia, hasta llegar a las once que serían definitivamente elegidas y objeto del estudio detallado.

El equipo de trabajo, compuesto por investigadores de INFOR dirigidos por la ingeniero forestal Verónica Loewe y, como contraparte técnica de la Corporación Nacional Forestal, los ingenieros forestales Michael Bourke y Armando Sanhueza, puso en práctica una metodología de estudio basada en la observación y análisis de los Factores Limitantes al crecimiento de las especies, logrando resultados en tres campos principales de información:

a: caracterización de las especies escogidas en cuanto a sus requerimientos esenciales de suelo y clima;
b: definición de los sitios en los cuales pueden obtenerse buenos desarrollos;
c: examen de las condicionantes económicas de estos cultivos en varios escenarios.

Diversas instituciones y profesionales también participaron en el proceso aportando valiosa información y experiencias. Especial mención le cabe a la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo, mediante el concurso del ingeniero forestal señor Jaime Ulloa, quien aportó valiosos antecedentes sobre el cultivo del Álamo. Así mismo Viveros Máfil, por intermedio del ingeniero forestal señor Fernando Schultz, aportó antecedentes sobre la misma especie. El ingeniero forestal señor Herbert Siebert entregó importante información sobre el cultivo del Aromo australiano. También el profesor Iván Chacón, de la Universidad de Talca, tuvo una destacada labor en la elaboración de la información económica.

A todos ellos y a otros profesionales que colaboraron entusiasta y desinteresadamente, nuestra gratitud.

Gonzalo Paredes Veloso
Director Ejecutivo
Instituto Forestal
INFOR

José Antonio Prado Donoso
Director Ejecutivo
Corporación Nacional Forestal
CONAF

1.
ANTECEDENTES GENERALES

Eucalyptus regnans F. Muell., comúnmente llamado *Swamp gum* (sur de Tasmania), *Stringy gum* (norte de Tasmania) o *Mountain ash,* pertenece al género *Eucalyptus* el cual incluye sobre 500 especies, al subgénero ***Monocalyptus*** (con aproximadamente 100 spp.), a la sección *Renanthería,* y al grupo denominado *Ash,* que incluye un grupo de especies de gran desarrollo e importancia económica en Australia, tales como ***E.delegatensis, E. obliqua*** y ***E. fastigata*** (Eldridge *et al.,* 1993).

El nombre *Eucalyptus* proviene del griego *eu* (bien), y *calyptos,* (cubierto), en alusión al opérculo que cubre la yema de la flor (Brooker y Kleinig, 1993). El nombre ***regnans*** alude a la condición de rey del bosque, por el importante tamaño que puede alcanzar.

La denominación *Ash* correspondiente al grupo al que pertenece ***E. regnans*** proviene del parecido de sus maderas con la del fresno europeo o *ash (**Fraxinus spp.**)* (Prado y Rojas, 1979).

Es una de las especies forestales de mayor importancia económica en Australia, tanto para la producción de madera aserrada como de pulpa. A pesar de esto, las plantaciones con esta especie son limitadas (Haslett, 1986).

1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Es el latifoliado más grande del mundo, con alturas detectadas (en Australia) de 91 m y más (se menciona incluso 130 m) (Hall *et al.,*1963;FAO, 1979; INFOR-CORFO, 1986; Brooker y Kleinig, 1993). En general, presenta alturas de 70 a 80 m en la madurez (Ashton cit. por Eldridge *et al.,* 1993). Prado y Rojas (1979) señala que los diámetros normales varían entre 1,8 y 2,7 m, pudiendo ser mayores.

Presenta un magnífico fuste, comúnmente de muy buena forma y una copa aparentemente pequeña pero de considerable medida (Hall *et al.,* 1963; FAO, 1979; INFOR-CORFO,1986).

Es de corteza áspera, fibra de color café desde la base hasta los 15 m. La parte superior del fuste y sus ramas son lisos, debido a la pérdida o cambio anual de la corteza, proceso que se verifica en una estación o en varias fases a lo largo del año. El color es crema, gris o verdoso, pero a menudo con tiras de corteza imperfectamente desprendidas (FAO, 1979; Brooker y Kleinig, 1993; Prado *et al.,* 1986).

Las hojas presentan 4 etapas de desarrollo durante el crecimiento de la planta, donde muestran considerables diferencias de forma, tamaño, color y otras características. Estas 4 etapas de desarrollo son: fase de plántula, juvenil, intermedia y adulto (Brooker y Kleinig, 1993).

Las hojas juveniles son levemente pecioladas, opuestas por unos pocos pares, para luego aparecer separadas (alternas) debido al crecimiento desigual de las ramas; de forma ancha, lanceolada u ovada, puntuda en el extremo, con ambas superficies de distinto color, de hasta 17 x 8 cm de tamaño. Se mantienen más o menos horizontales, para luego volverse péndulas y con ambas caras del mismo color, verdes, brillantes, sin pubescencia. El pecíolo, vena central y orillas de las hojas pueden tener glándulas de aceite protuberantes (FAO, 1979; Brooker y Kleinig, 1993).

Las hojas adultas son pecioladas, alternas, angostas, lanceoladas o falcatas (curvas) y/u oblicuas, de hasta 14 x 2,7 cm de tamaño, con ambas caras de color verde, dispersamente reticuladas *(Op. cit.)*.

Presenta inflorescencias mayoritariamente en pares en las yemas axilares, con 7 a 15 o más flores; pedúnculo mediano, angular, de hasta 1,3 cm de largo. Las yemas de la inflorescencia son pediceladas, clavadas (con forma de clava, ensanchándose hacia la punta), de 0,7 x 0,4 cm, sin cicatriz; opérculo cónico; estambres irregularmente flexionados y todos fértiles; anteras versátiles, con forma de riñón, abiertas por hendiduras oblicuas usualmente confluentes y flores blancas. El período de floración es de diciembre a mayo (Brooker y Kleinig, 1993).

El fruto es pedicelado, cónico (angostándose hacia el pedicelo), periforme de 0,9 x 0,7 cm; la orilla del fruto, en la zona de la cicatriz que deja el opérculo al caer, es gruesa; el disco es a nivel o levemente descendente; presenta 3 valvas, rara vez 4 ó 5, hasta el nivel del borde o levemente exertas *(Op. cit.)*.

1.2 DISTRIBUCIÓN NATURAL

Se distribuye en forma natural entre Victoria, Tasmania y Australia, entre los 37° y 43,5°S. En Victoria crece entre los 200 y 1.100 msnm, en los bosques de Otway Ranges en el suroeste de Melbourne, en las montañas al este de Victoria, incluyendo el sur de Gippsland. En Tasmania crece entre el nivel del mar y 700 msnm, en terrenos bajos, principalmente noreste y sudeste en la costa, en los valles de los ríos Huon y Derwent y sus tributarios (Hall *et al.*, 1963; FAO, 1979; Brooker y Kleinig, 1993; Eldridge *et al.*, 1993).

1.3 DISTRIBUCIÓN EN CHILE

Eucalyptus regnans ha sido probado en una variedad de sitios y condiciones ecológicas, y se ha comportado bien en gran número de ellas. En la mayoría de los casos ha demostrado una buena adaptación y desarrollo en la zona centro sur, y ha

sido recomendado para una gran parte de las regiones VIII y IX y para el norte de la X Región (INFOR-CORFO, 1986; Jayawickrama *et al.*, 1993).

Se recomienda su plantación en una faja con influencia costera que se extiende aproximadamente desde el río Itata hasta Valdivia. Por el interior la especie presenta buenos desarrollos en áreas con precipitaciones de más de 1.500 mm al año, pero su crecimiento puede verse limitado por las bajas temperaturas.

En el informe INFOR-CORFO (1986) se indica que hacia el norte las zonas adecuadas para plantación de la especie se extienden por la costa hasta la zona de Pichilemu, en la VI Región. Por la precordillera, la especie podría crecer bien en toda la VII Región, aún cuando, no existe evidencia experimental que permita sustentar esta afirmación (Prado *et al.*, 1986).

Finalmente se indica que hacia el sur la especie crece satisfactoriamente en áreas protegidas, con suelos profundos y bien drenados.

Hernández y Morales (1985) evaluaron plantaciones del programa de introducción de especies que el Instituto Forestal lleva a cabo desde 1960, específicamente las plantaciones de ***E. regnans, E. delegatensis*** y ***E. globulus*** ubicadas entre la VI y IX Región; los resultados del estudio indicaron que ***E. regnans*** es recomendable en las unidades edafoclimáticas de Constitución, Paredones, Concepción y Arauco puesto que representan sitios de mejores condiciones para el crecimiento de la especie en relación a las otras estudiadas. Lo anterior permite indicar que ***E. regnans*** crece mejor en localidades costeras con marcada influencia marítima.

Actualmente la superficie plantada con ***Eucalyptus regnans*** es muy baja: representa sólo el 0,2 % del total de superficie plantada con ***Eucalyptus spp.*** en el país, que alcanza las 300.000 ha. Las plantaciones de ***E. regnans*** se concentran en la VIII Región con 600 ha y 3 ha en la IX Región (INFOR, 1996[1]).

1.4 PLANTACIONES EN EL MUNDO

Eucalyptus regnans ha sido ensayado con éxito en zonas altas de países tropicales tales como Sri Lanka, India y Kenia, y también en Sudáfrica y Nueva Zelanda (Turnbull y Pryor, 1978 cit. por INFOR-CORFO, 1986). En climas más cálidos tiene problemas de dominancia apical y pierde su buena forma. A pesar de los buenos resultados obtenidos en plantaciones experimentales, la especie no ha sido establecida comercialmente, excepto en Nueva Zelanda donde se planta desde hace varias décadas.

Según INFOR-CORFO (1986) el que no se haya masificado su cultivo podría deberse a su deficiente retoñación y su baja resistencia al fuego.

---

1 INFOR 1996, Div. Ordenación Forestal e Inventarios. Comunicación personal.

1.5 TIPO FORESTAL

En sus lugares de origen los bosques de ***Eucalyptus regnans*** son típicamente puros, coetáneos, aunque puede encontrarse asociado con ***E. nitens***, ***E. viminalis*** y otras especies de menor importancia (Eldridge *et al.*, 1993).

En Tasmania la especie forma parte de los tipos forestales esclerófilo húmedo y templado lluvioso.

En Victoria se encuentra comúnmente como rodales puros en sitios favorables, entre los 460 y 1.070 msnm. En Tasmania se puede observar sobre un sotobosque de clima lluvioso, a veces con ***E. obliqua*** (Hall *et al.*, 1963). Este sotobosque está formado por árboles más pequeños o de otros géneros (Eldridge *et al.*, 1993).

Después de incendios naturales, poco frecuentes pero devastadores, se produce una abundante regeneración natural de semillas de árboles viejos muertos durante estos eventos *(Op. cit.)*.

En muchas ocasiones es la única especie arbórea que forma parte en las sucesiones vegetacionales tras estos incendios catastróficos, que ocurren con una frecuencia generalmente mayor a 30 años (FAO, 1979; Griffin *et al.*, 1982).

1.6 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Según Ashton (1975), las yemas de ***E. regnans*** están protegidas por un involucro durante 12 meses y se desarrollan como una umbela expuesta por unos 15 a 17 meses. El período de floración es de aproximadamente 3 meses, pero los rangos extremos van desde fines de febrero a principios de julio a elevaciones de 600 a 750 msnm. Las flores permanecen abiertas por 1 a 2 semanas. En un mismo sitio los árboles más viejos tienden a florecer más tarde que los árboles más jóvenes.

Los hábitos de floración en ***E. regnans*** son más regulares que otras especies del género, Ashton (cit. por Griffin, 1980) menciona que la floración en Victoria comienza en febrero-marzo y continúa por 2,5 a 4,5 meses, período variable dependiendo de la altitud. También demostró que el tiempo que transcurre entre el inicio y el máximo de floración es de 40 días, lo que unido a los 100 días de duración de este proceso debe considerarse cuando se desea manejar el polen o producir miel. No hay una relación consistente entre el tamaño de los árboles y la floración (Griffin, 1980).

La polinización es efectuada probablemente por insectos y pájaros. La floración sigue un ciclo de 2 años con una tendencia a producciones abundantes cada 4 años, pero este patrón puede verse interrumpido por fuertes ataques de insectos sobre ramas jóvenes. Estimaciones cuantitativas de la floración indican que la producción de flores en años buenos puede ser 25 a 65 veces mayor que en años malos.

Típicamente, según Cremer (1971) y Ashton (cit. por Griffin *et al.*, 1982), la especie se regenera después de incendios, donde las semillas germinan a muy alta densidad. ***Eucalyptus regnans*** se regenera también en los bosques en que se han

producido quemas de los residuos de explotación (West Inglis, 1984). Como consecuencia de una competencia intra-específica, la cantidad de plántulas decae exponencialmente a lo largo de los 1^{eros} años de desarrollo del rodal.

Cada kilógramo de semillas contiene 900.000 semillas, con una viabilidad de 181.000 semillas/kg (FAO, 1979; Hernández y Morales, 1985).

1.7 ASPECTOS GENÉTICOS

Desde el punto de vista genético se han determinado varios aspectos de interés para la especie. En un estudio sobre variación genética entre y dentro de poblaciones creciendo en Victoria (37°55 S) entre los 370 y 1.000 msnm realizado durante 10 años se constató que ésta es significativa.

La variabilidad entre las poblaciones fue alta en varios parámetros de crecimiento y forma. Por ejemplo, la variación en el crecimiento en altitud entre poblaciones fue significativa, detectándose que las plántulas provenientes de mayor altitud crecían más lentamente que las poblaciones de menor altitud, desarrollando además mayor resistencia a heladas artificiales, concluyéndose que las plántulas de poblaciones provenientes de elevadas altitudes están mejor adaptadas a sobrevivir en condiciones severas (Eldridge *et al.*, 1993).

Concordante con lo anterior, diversos estudios han demostrado diferencias en la tolerancia al frío entre poblaciones naturales de ***Eucalyptus regnans***, donde las procedencias de altitudes mayores en un área particular son más tolerantes al frío que las de zonas bajas. En Australia se ha visto que las de mayor tolerancia al frío proceden de las altitudes mayores de Victoria y del sudeste interior y centro de Tasmania, mientras que las de la costa noreste de Tasmania muestran los mayores daños ante el frío (Griffin *et al.*, 1982; Eldridge *et al.*, 1993).

Estudios en Nueva Zelanda han llegado a las mismas conclusiones determinándose que el rango de tolerancia al frío entre procedencias es de alrededor de -2°C en otoño, -2,5°C en invierno y -1,5°C en primavera. La mayoría de las procedencias tolerantes son del interior, mesetas en el centro sur de Tasmania (ej. Moogara, Styx River y Florentine Valley) y de las altitudes mayores en Victoria (sobre los 900 msnm). Se observa una resistencia intermedia en procedencias de Victoria, a altitudes entre 500 y 800 msnm, además de procedencias de la costa surcentral y del sureste de Tasmania. Procedencias del sur de Victoria, de Otway y Ranges y Strzelecki Ranges, y del norte de Tasmania fueron las menos resistentes al frío (*Op. cit.*).

Las plántulas provenientes de las procedencias más resistentes deberían soportar alrededor de -5,5°C en primavera (principios de octubre) sin serios daños, en sitios donde las temperaturas bajas son precedidas por temperaturas nocturnas lo suficientemente bajas como para volver más resistentes a las plantas (Rook *et al.* cit por Eldridge *et al.*, 1993).

Debido a que los árboles son muy sensibles al frío durante los dos primeros años de crecimiento, el conocimiento de las heladas para un determinado sitio permitirían estimar mejor el riesgo asociado con la plantación de una determinada procedencia (Griffin *et al.*, 1982).

Wilcox *et al.* (1980), analizando distintas familias de ***E. regnans*** encontraron que plantas obtenidas de semillas procedentes de Mt. Erica y Victoria, eran las de mayor crecimiento y resistencia al frío, según la altitud a la que se encontraban los árboles padres. La semilla cosechada entre los 900 y 1.100 m de altitud produjo los árboles de mayor resistencia; en cambio la cosechada a 370 m dio origen a los árboles más dañados por el frío.

Griffin *et al.*, (1980), en un estudio sobre variación en crecimiento inicial y resistencia entre procedencias, detectaron una significativa variación en la tasa de crecimiento en altura de ***E. regnans.*** Según este, la procedencia con mejores resultados, entre aquellas probadas, corresponde a Tarago (cerca de Noojee) en Victoria (37°56'S, 145°55'E, 360-600 msnm, 51 km. distancia a la costa), con un promedio de crecimiento anual de 107 cm. La variación en crecimiento se vio acentuada en los sitios de mayor calidad.

Los mismos autores infieren, que las tasas de crecimiento rápidas en la etapa inicial de desarrollo de la especie es una fuerte ventaja selectiva, cuando las plántulas se desarrollan naturalmente a altas densidades en el rodal, al menos en ambientes donde hay bajas probabilidades de estrés inducido por el ambiente.

Esta variabilidad, que puede ser perjudicial para el forestador que solicita semilla de cierta procedencia, es fundamental para un programa de mejoramiento genético. Una población que en promedio sea buena respecto de la característica que se quiere mejorar y que tenga variabilidad genética, será la base para obtener la máxima ganancia (Prado, 1989).

Por otra parte, el mejoramiento genético puede ser usado para mejorar la resistencia a enfermedades. Según Raymond (1995), se ha detectado variación genética en la atracción que ejerce ***Eucalyptus regnans*** al ataque del defoliador ***Chrysophtharta bimaculata.*** Esta variación se puede presentar en características físico químicas de las hojas que hace a algunos árboles más atractivos que otros, o bien en el crecimiento del árbol antes del ataque, ya que se observó que árboles con un rápido desarrollo inicial presentaron menor ataque por parte del patógeno.

En Australia, Eldrige y Griffin (1983) estudiaron los efectos de la auto-polinización en ***Eucalyptus regnans***, determinando que el número de semillas viables por 100 flores autopolinizadas y por cápsula es en promedio menor que las que provienen de flores de polinización abierta, y fue variable árbol a árbol. Por otra parte, en rodales cuyos árboles son autopolinizados se observó que éstos generalmente ocupaban el estrato suprimido y muchos de ellos morían, en contraste con el vigoroso

crecimiento y la alta sobrevivencia de los individuos generados por exogamia, en tanto que el crecimiento y la sobrevivencia de individuos generados por polinización abierta fue intermedio. Estos resultados sugieren que los sistemas de polinización mixta de esta especie son mantenidos, por la selección en contra de los individuos consanguíneos a través de la mortalidad natural verificada en estos árboles a nivel del rodal.

De lo anteriormente expuesto se concluye, que las consecuencias de la consanguinidad son particularmente importantes, ya que influyen en la selección del tamaño de la población base para un programa de mejoramiento o producción y sobre el diseño de un huerto semillero.

Los resultados encontrados por estos investigadores sugieren, que tanto los encargados del manejo como de los programas de mejoramiento de ***Eucalyptus regnans***, deben considerar el desarrollo de estrategias que minimicen los efectos deletéreos de la consanguinidad en la tasa de crecimiento. En condiciones naturales, la regeneración verifica autorraleos en favor de los individuos exogámicos más vigorosos, lo cual se manifiesta como un importante mecanismo para mantener el sistema de polinización de la especie.

Por medio de polinización abierta, cruzada y autopolinización fue derivada la descendencia de 30 árboles madre, para posteriormente ser evaluada en términos de su crecimiento volumétrico. Luego de 45 meses, los individuos exogámicos presentan en promedio un volumen 37 % mayor que los individuos autopolinizados (Griffin y Cotterill, 1988).

En diversos países se están desarrollando programas de mejoramiento genético en Eucalipto. En Sudáfrica y Brasil investigan las especies ***Eucalyptus grandis*** y ***Eucalyptus urophylla;*** en España y Portugal, ***Eucalyptus globulus***. Estos programas están orientados a la producción de pulpa (Celbi, Papertree Economics, Campinhos, cit. por Aguirre y Arce, 1988).

A fines de la década de los 80, había 5 huertos semilleros de Eucaliptos en Australia. Uno de ellos, el de Silver Creek, en Gipsland Victoria se encuentra dedicado al mejoramiento genético de ***Eucalyptus regnans*** desde 1970. En 1983 las semillas cosechadas desde este huerto fueron analizadas aloenzimáticamente por medio del estudio de 10 loci. Se concluyó que la tasa de exogamia de todo el huerto es del 91 %; sin embargo, las estimaciones a nivel de bloques individuales y del huerto en su conjunto presentaban una significativa desviación de lo que podría esperarse de la polinización al azar (Moran *et al.*, 1989).

Por otra parte, resalta el hecho de que la tasa de exogamia en el huerto semillero (91 %) es mayor que aquella observada en poblaciones naturales circundantes (74 %), lo cual podría deberse a la reducción de la consanguinidad vecina, o a diferencias de tamaño y densidad de los árboles y por lo tanto de la fecundidad. Esta

reducción de consanguinidad con el uso de huertos semilleros en programas de mejoramiento de Eucalipto, podría provocar ganancias genéticas significativas para caracteres tales como la tasa de crecimiento *(Op. cit.)*.

El progreso de un programa de mejoramiento genético de ***Eucalyptus regnans*** depende de la identificación de árboles con genotipos superiores para ser usados como población base. Esta idea motivó a Pederick (1977), quien publicó una investigación señalando las diferencias de crecimiento detectadas en plántulas provenientes de cuatro procedencias.

Para ello, a comienzos de 1965 fueron colectadas semillas de Eucaliptos sobresalientes (altura total = 98 m y DAP = 13,7 m) provenientes de la parte central de Tasmania, con el objetivo de ser ensayadas en dos áreas: Powelltown y Toolangi, Australia. Los individuos fueron plantados a una distancia de 3 x 3 m.

A los 5 años se midió la altura a todos los árboles; el diámetro fue medido a los 7 y 10 años, pero la altura fue estimada para los mejores 5 árboles de cada parcela, seleccionados en función del diámetro, altura y forma. El volumen individual fue estimado a través de la formula desarrollada por Opie (1977).

Por último, a los 10 años se clasificó la rectitud del fuste en donde el valor 1 corresponde a un fuste muy curvo y el valor 7 un fuste muy recto; siendo el valor 4 intermedio. La poda natural y persistencia de las ramas también fueron clasificadas por medio de escalas cualitativas, donde 1 correspondió a ramas gruesas y mala poda natural, 7 a ramas muy delgadas y de excelente poda natural, y 4 a un valor intermedio (Cuadro 1).

De este estudio se concluyó que la procedencia de Mirboo presenta una superioridad genética y tasas de crecimiento potencialmente más alta en la localidad de Britannia Creek; las plantas procedentes de Ada y Cirde fueron representativas de Victoria.

En un ensayo de la VI Región (San Antonio de Petrel) Barros y Rojas (1980) indican que la mejor procedencia para ***E. regnans*** corresponde a Powelltown, de Victoria, Australia.

En ensayos realizados por el Instituto Forestal en la VIII Región se ha observado que ***E. regnans*** crece menos que ***E. fastigata***, pero más que ***E. delegatensis*** y ***E. obliqua***. Se aprecia en estos ensayos una gran disparidad de crecimientos entre las distintas procedencias de ***E. regnans***, siendo la mejor procedencia la correspondiente a Mount Wellington (suroeste de Tasmania). La procedencia correspondiente al interior de Victoria es la que presenta peores resultados. Las mejores procedencias de ***E. regnans*** probadas superaron en crecimiento a ***Pinus radiata*** plantado en el mismo ensayo (Prado y Rojas, 1979).

CUADRO 1

DIÁMETRO MEDIO, VOLUMEN, RECTITUD DE FUSTE Y ESPESOR DE RAMAS PARA CUATRO PROCEDENCIAS DE *Eucalyptus regnans* A LOS 7 Y 10 AÑOS DE PLANTACIÓN EN 2 LOCALIDADES

Procedencia	7 años		10 años			
	Diam (cm)	Volumen (m^3x100)	Diam (cm)	Volumen (m^3x100)	Rectitud fuste	Espesor de ramas
Britannia Creek, Powelltown						
Ada	16,1	15,5	21,5	35,0	4,63	4,17
Circle	16,8	16,8	22,5	37,6	4,30	4,03
Styx	15,0	13,4	20,1	30,9	4,40	4,23
Mirboo	17,1	18,6	25,4	51,6	4,37	4,17
Victoria Range, Toolangi						
Ada	11,4	5,9	17,2	18,1	4,10	4,13
Circle	12,9	7,8	18,9	21,9	4,07	4,03
Styx	12,7	7,8	18,1	20,6	4,07	4,17
Mirboo	12,5	7,7	18,8	22,7	3,80	3,77

Fuente: Pederick (1977)

Según Prado (1981),en ensayos de procedencia realizados por el Instituto Forestal en Chile, entre los 35°32' y 39°53', se ha observado que las procedencias originarias de sectores del centro sur de Tasmania son las que presentan los mejores rendimientos. Sin embargo, en estos ensayos las procedencias no cubren adecuadamente toda la distribución natural de la especie, por lo que los resultados no pueden ser considerados como definitivos.

En ensayos realizados en la X Región, Hidalgo (1988) concluye que la procedencia probada de ***Eucalyptus regnans*** se desarrolla muy bien para la unidad edafoclimática de Los Lagos, así como ***E. delegatensis, E. globulus ssp., E. maidenii, Pinus radiata, Pseudotsuga menziesii*** entre otras. ***E. regnans*** presentó mejor crecimiento en altura que ***Pinus radiata.***

2.
REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

En el presente capítulo se ha recopilado información sobre los requerimientos de Eucalipto a nivel climático y edáfico. Mayor detalle de los requerimientos en capítulo 7, Obtención de Zonas Potenciales para el establecimiento de *Eucalyptus regnans* (pag. 67).

E. regnans es una especie exigente del medio. Es intolerante a sequías o heladas severas. De hecho, en su distribución natural y sitios con plantaciones exitosas está restringido a áreas con suelos adecuados y con precipitación de más de 1.000 mm distribuida uniformemente a lo largo del año. Las neblinas y la humedad son comunes en los bosques de ***Eucalyptus regnans*** (Eldridge *et al.*, 1993).

2.1 SUELOS

La especie puede crecer en variados tipos de suelos, pero alcanza mejor desarrollo en suelos francos, profundos, moderadamente fértiles, con buen drenaje (INFOR-CORFO, 1986; Eldridge *et al.*, 1993). En Victoria, se desarrolla en suelos fértiles y profundos (Griffin *et al.*, 1982).

Según Barros y Rojas (1980) no soporta suelos inundados. En general ***E. regnans*** es asociado con buenos suelos (FAO, 1979).

En Chile, según INFOR-CORFO (1986) se ha observado que no crece bien en suelos volcánicos, de texturas gruesas o en suelos de ñadis.

Según Hillis y Brown (cit. por Barros y Rojas, 1980) los suelos con mal drenaje y sitios con heladas frecuentes limitan su crecimiento.

Los mejores crecimientos se obtienen en suelos ricos, profundos, fértiles y húmedos pero no saturados. En Tasmania crece en podsoles normales, pero en Victoria principalmente en tierras altas y en podsoles de montaña (Hall *et al.*, 1963).

En Tasmania crece principalmente en piedra caliza y dolerita, con material parental constituido por piedra arenisca de feldespatos y limos de feldespatos, y granito; menos frecuente dacita y porfirita. El subsuelo es liviano a medianamente arcilloso *(Op. cit.)*.

En un estudio realizado en Nueva Zelanda, comparando el suelo mineral y la litera bajo bosques de ***Pinus radiata*** y ***Eucalyptus regnans*** de igual edad y sitio, se detectó que el suelo mineral bajo ***Pinus radiata*** contenía menos nitrógeno y calcio

intercambiable, pero más magnesio intercambiable, mientras que el suelo forestal bajo ***E. regnans*** contenía más nitrógeno, potasio, fósforo y magnesio. Estas diferencias eran detectables a los 4 años de edad. La descomposición más rápida de la litera bajo el bosque de ***Eucalyptus regnans*** que bajo el pino, indican una marcada diferencia en la dinámica de los nutrientes de las dos especies (Jurgensen *et al.*, 1986).

2.2 CLIMA

Esencialmente es una especie de regiones montañosas frías del sur de Australia y Tasmania, se desarrolla en un rango climático bastante estrecho, con precipitación moderada en invierno, ausencia de largos períodos secos, alta humedad ambiental, nieve en las altitudes mayores y veranos típicamente fríos. Las heladas son frecuentemente fuertes y pueden ocurrir en cualquier mes. Crece en zonas protegidas del viento (Hall *et al.*, 1963; INFOR-CORFO, 1986).

Los rangos pluviométricos varían entre 700 - 2.000 mm como precipitación media anual (Hall *et al.*, FAO 1979; Booth y Pryor cit. por Eldridge *et al.*, 1993).

El número de días con precipitación varía entre 125 y 200 (Hall *et al.*, 1963). El régimen de precipitación es invernal, uniforme o bimodal (Hall *et al.* 1963; FAO, 1979; Booth y Pryor cit. por Eldridge *et al.*, 1993).

No tolera períodos de sequía severa, como máximo 5 meses consecutivos con precipitación menor a 40 mm.

La temperatura media máxima del mes más cálido es de 22 a 23°C en enero (FAO, 1979; Griffin *et al.*, 1982); 18 a 29°C (Booth y Pryor cit. por Eldridge *et al.*, 1993). La temperatura media mínima del mes más frío: 0-2°C en julio (FAO, 1979; Griffin *et al.*, 1982); 0 a 10°C (Booth y Pryor cit. por Eldridge *et al.*, 1993) (Cuadro 2).

La temperatura media anual oscila entre los 10 y 20°C (Booth y Pryor cit. por Eldridge *et al.*, 1993). La temperatura mínima absoluta debe ser mayor a -7°C, -6°C (Hernández y Morales, 1985). La temperatura máxima absoluta corresponde a 43,5°C (Johnson y Wilcox cit. por Droguet, 1991).

CUADRO 2

TEMPERATURAS MEDIAS EN VICTORIA Y TASMANIA PARA SITIOS DONDE CRECE *Eucalyptus regnans*. (°C)

Lugar	Altitud (msnm)	Enero		Julio	
		media mín.	media máx.	media mín.	media máx.
Tanjil Bren, Victoria	678	9,2	22,4	1,7	7,8
Deloraine, Tasmania	229	7,5	21,2	0,6	10,4

Fuente: Hall *et al.*, (1963). Basada en 5 años.

CUADRO 3

HELADAS PARA ZONAS DE CRECIMIENTO DE *Eucalyptus regnans* EN VICTORIA Y TASMANIA

Lugar	Altitud (msnm)	Registro menos (°C)	N° días con T° mín< 1 °C	N° días con T° mín< 2,2 °C
Loch Valley,Victoria	927	-2,8	N.D	N.D
Deloraine, Tasmania	400	-7,0	68	43

Fuente: Hall *et al.*, (1963). Base 4 años.
N.D : No determinado

La temperatura mínima absoluta debe ser mayor a -9°C (Prado, 1979); -7°C (Booth y Pryor cit. por Eldrige et al., 1993); -6°C (Hernández y Morales, 1985). En general presenta resistencia media al frío, siendo menos resistente que ***Pinus radiata***.

Eucalyptus regnans presenta una moderada resistencia al frío, ya que soporta -5 a -6°C, pero no tolera sequías prolongadas (Tumbulí y Pryor cit. por INFOR-CORFO, 1986). Menzies *et al.*,(cit. por INFOR-CORFO, 1986) concluyeron que esta especie presenta menos resistencia al frío que ***Pinus radiata***.

Entre ***E. regnans***, ***E. delegantensis***, ***E. pauciflora***, ***E. nitens*** y ***E. grandis***, según Turnbull *et al.* (1993), ***E. globulus***, ***E. regnans*** y ***E. grandis*** presentan la menor resistencia al frío, dado que en el ensayo realizado, a 650 msnm, en frío comprometió la sobrevivencia de estas especies. Además ***E. regnans*** y ***E. delegatensis*** fueron muy afectados por el viento, observándose un mayor porcentaje de árboles caídos que en las otras especies. Al analizar las raíces de los árboles caídos se determinó que los del subgénero *Monocalyptus* tenían raíces superficiales, en dirección plana, con una raíz pivotante y raíces laterales profundizantes débiles. En cambio los árboles del grupo Symphyomyrtus, presentaban raíces más profundas y vigorosas.

Por otra parte Rook *et al.*, (cit. por INFOR-CORFO, 1986) indican que la especie no soporta temperaturas invernales menores a -7° C y es más susceptible al frío en primavera.

Soporta nevadas livianas a fuertes en las elevaciones mayores (Hall *et al.*, 1963). En su hábitat natural pueden ocurrir nevadas ligeras a moderadas junto con las heladas en gran parte del año (INFOR-CORFO, 1986).

La especie presenta muy baja resistencia a los incendios forestales y mayor resistencia al viento (Hernández y Morales, 1985).

2.3 ALTITUD

En su distribución natural las altitudes más bajas a las cuales se le encuentra son: en Victoria alrededor de los 200 msnm y en Tasmania desde el nivel del mar.

Las altitudes mayores de distribución en Victoria alcanzan los 1.100 msnm y en Tasmania los 700 msnm (Hall *et al.*, 1963; FAO, 1979).

2.4 TOPOGRAFÍA

Presenta mejor desarrollo en valles de montañas profundos y protegidos, en las partes más heladas de Australia. En las zonas más bajas y de menor precipitación de su distribución está restringido a los mejores suelos y zonas aireadas (Hall *et al.*, 1963).

2.5 ASPECTOS NUTRICIONALES

La capacidad que presentan los árboles para transformar los nutrientes en producción de biomasa, depende del tipo de elemento nutritivo y de la especie que lo utiliza. Silva *et al.*, (1983) investigaron la eficiencia en la utilización de nutrientes, expresados en kg de biomasa producida por kg de nutriente utilizado, en 5 especies de Eucalipto. El resultado de esta investigación señaló al fósforo como el elemento más eficientemente utilizado para el crecimiento, en todas las especies.

En el siguiente cuadro se resumen los resultados obtenidos por diversos autores, respecto a las concentraciones encontradas en la hoja de diferentes especies del género *Eucalyptus*, cuando se les proporciona una nutrición completa y los niveles logrados, cuando no se les proporciona un determinado elemento. Los datos de este cuadro permiten fijar rangos que permiten hacer aproximaciones de los niveles adecuados para los diferentes elementos en la especie.

CUADRO 4

NIVELES NUTRICIONALES FOLIARES DE ESPECIES DEL GÉNERO *Eucalyptus*

AUTOR	ESPECIE	NIVELES NUTRICIONALES (%)					
		Elem	N	P	K	Ca	Mg
HAAG, H.P. 1961	**E. alba**	D	0,84	0,09	0,70	0,16	0,21
		S	1,73	0,12	1,13	0,30	0,52
KAUL et al. 1968	**E. grandis**	D	1,15	0,08	0,40	0,56	0,12
		S	2,38	0,21	0,80	0,84	0,29
WILL, G. 1961	**E. pilularis**	D	1,24	0,08	0,35	S/A	S/A
		S	1,66	0,24	1,90	S/A	S/A
	E. botryoides	D	1,40	0,80	0,36	S/A	S/A
		S	1,81	0,16	1,60	S/A	S/A
	E. saligna	D	1,70	0,09	0,37	S/A	S/A
		S	1,90	0,22	1,90	S/A	S/A

Fuente: Correa (1991)
Elem: elementos
D: nivel deficiente, S: nivel satisfactorio

En la revisión no fue posible encontrar antecedentes exactos sobre los niveles óptimos de nutrientes para la especie. Sin embargo, Frederick *et al.*, (cit. por Correa, 1991) aportan datos de la concentración de elementos específicamente en rodales de ***E. regnans*** de distinta edad y buen crecimiento (Cuadro 5).

CUADRO 5

CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS EN *E. regnans*

Elemento	Rangos* Mín - Máx	Media	Rodal de 8 años de edad
N (%)	1,52 - 1,79	1,67	1,61
P (%)	0,10 - 0,15	0,12	0,14
K (%)	0,66 - 0,73	0,69	0,74
Ca (%)	0,56 - 0,66	0,60	0,54
Mg (%)	0,18 - 0,25	0,22	0,23
Mn (ppm)	0,03 - 0,12	0,08	0,08
Cu (ppm)	4,60 - 8,90	6,24	8,10
Zn (ppm)	9,60 - 11,10	10,48	8,70

Fuente: Correa (1991)
*Rodales de 4, 7, 10, 13 y 17 años de edad.

3.
PLAGAS Y ENFERMEDADES

Entre los principales agentes dañinos de ***E. regnans*** se cuentan los siguientes:

• ***Escarabajo de hoja***

Chrysophtharta bimaculata Olivier, Coleóptero: ***Chrysomelidae***, el escarabajo de las hojas de ***Eucalyptus spp.*** defolia las especies pertenecientes al grupo de los Monocalyptus ***Eucalyptus regnans, E. obliqua*** y ***E. delegatensis***, además de ***E. nitens*** (grupo Symphyomyrtus). Se alimenta solamente de las hojas maduras; emerge al comienzo de la primavera alimentándose de las hojas nuevas y, si encuentra adecuado el follaje, oviposita en él (Raymond, 1995).

Este insecto provoca una reducción significativa de incremento en altura y diámetro de los árboles, lo que finalmente se traduce en una reducción del volumen de madera, siendo mayor el daño causado por el insecto en estado adulto. El follaje nuevo es atacado desde la aparición del insecto y el nivel de defoliación alcanza hasta un 40 % (Kile, 1974).

Se puede controlar biológicamente con dos especies predadoras: ***Cleobora mellyi*** y ***Chauliognathus pulchellus***. Los adultos de esta última especie actúan sólo en el estado de huevo de ***C. bimaculata;*** los adultos y larvas de la primera se alimentan de los huevos y también de las larvas (primer y segundo estado) de ***Chrysophtharta bimaculata***. Por esta razón es más eficaz el control con ***C. mellyi***, pero disminuye su población en el tercer y cuarto estado larvario del escarabajo (Mensah y Madden, 1994). Según Elliott *et al.*, (1993) ***C. bimaculata*** está presente sólo en Tasmania, pero hay muchos otros insectos que pueden atacar a ***E. regnans*** y que pueden causar significativas pérdidas de crecimiento.

• ***Taladrador del Eucalipto***

Phoracantha semipunctata es un insecto taladrador específico del género *Eucalyptus*, originario de Australia. En Chile se ha encontrado presente en plantaciones de Eucalipto desde la IV Región a la IX, y ataca principalmente a ***E. globulus*** debido a la mayor presencia de esta especie en el país. Cogollor (1986) evaluó el daño producido por este insecto y obtuvo un valor promedio de infestación de un 4,81 %. Los valores extremos se encontraron entre 34,6 % en la IV Región y 0,6 % en la IX Región. Los antecedentes señalan que el daño se expresa en la mayor muerte de árboles en las regiones semiáridas. No se descarta la posibilidad de ataque de ***Phoracantha semipunctata*** a ***E. regnans***.

• ***Palote***

Didymuria violescens es un defoliador de ***E. regnans*** en una extensa área de Australia. En estados iniciales se alimenta sólo de follaje nuevo en brotes terminales; cuando adulto se alimenta de follaje maduro y su ataque es más destructivo (Neumann *et al.*, 1977). En bosques atacados durante 2 años se ha observado una mortalidad del 80 %, y un incremento diamétrico anual de 0,16 cm; siendo que en bosques no dañados se ha descrito un incremento de 0,89 cm (Mazanec, 1967). Neumann *et al.* (1977) consideran que la aplicación aérea de un pesticida como *Malathion* es el método más rápido de control.

Poisson[2] (1996) menciona que las especies cuarentenarias para Chile donde ***Eucalyptus spp.*** es hospedante, son Gorgojos del Eucalipto ***(Gonipterus gibberus*** y ***G. scutellatus)*** y Barrenador de madera ***(Platypus seulatus).***

• ***Pudrición de raíces***

Phytophthora cinnamomi Rands, hongo que ataca a plántulas de ***E. regnans*** produce daño bajo la corteza de las raíces y en el cuello de la planta. Su ataque puede producir la muerte de las plantas y es un serio problema en vivero y plantaciones nuevas. Harris *et al.* (1985) han detectado que existe una significativa variación intraespecífica en la resistencia de ***Eucalyptus regnans*** al ataque a la raíz por parte de este patógeno, así como una alta variación entre procedencias.

En Australia se han descrito dos hongos de Eucaliptus que provocan cancros, necrosis y manchas que muestran síntomas de muerte apical; ***Endothia gyrosa*** y ***Botryospheria ribis***. La asociación de estos hongos con cancros involucra una predisposición por parte de los árboles cuando sufren estrés ambiental como sequía o defoliación. Old *et al.* (1990) demostró que existe una relación entre defoliación y susceptibilidad de plántulas al ataque de estos hongos; ***E. delegatensis*** y ***E. regnans*** fueron extremadamente susceptibles a la invasión al observarse que la mayoría de los tallos fueron atacados.

2 Poisson, M. A. 1996. Ingeniero Forestal. Subdepto. Diagnóstico y vigilancia. Servicio Agrícola y Ganadero. Comunicación personal.

4.
SILVICULTURA Y MANEJO

4.1 PROPAGACIÓN

4.1.1 Regeneración natural

4.1.1.1 Método del árbol semillero

Para la regeneración de los bosques de ***Eucalyptus regnans***, según Cremer (1971), y siguiendo su dinámica natural de regeneración tras incendios, es común explotar el bosque dejando árboles semilleros, y luego quemar los desechos de explotación para preparar una cama apta para la recepción de las semillas provenientes de los árboles seleccionados. Esto se complementa, cuando es necesario, esparciendo semillas directamente o vía aérea.

El sistema de árbol semillero usado en Tasmania consiste en seleccionar los árboles a dejar tras la explotación, basándose en un buen tamaño de la copa y vigor del árbol (preferentemente dominantes), dejando 7 a 12 árboles por hectárea. Se debe tener en cuenta que las semillas son dispersadas aproximadamente a una distancia equivalente a una vez la altura del árbol.

Luego se cosecha el resto del rodal y se estima la producción que se obtendrá de los árboles semilleros mediante la observación de la copa. Se prepara la cama de semilla quemando los desechos de explotación a fines del verano o a principios del otoño (febrero-marzo). Si la cantidad de semillas por parte de estos árboles es insuficiente, se debe suplir esparciendo semillas en forma adicional, alrededor de abril del mismo año. Se debe tener en cuenta que ***Eucalyptus regnans*** presenta una cierta periodicidad en la floración y producción de semillas (2 a 4 años), al momento de elegir el año de explotación. Finalmente se cosechan los árboles semilleros unos 6 a 30 meses después de la quema, para no dañar la regeneración emergente.

Se debe tener en cuenta que la regeneración dependerá exclusivamente de las semillas que al momento de la quema estén en los árboles semilleros, ya que la regeneración o semillas que haya habido en el suelo será destruida por ésta. La receptividad de la cama de semillas declina hasta prácticamente anularse dentro de los 12 meses después de la quema.

Tras la cosecha y quema de los desechos, si se va a esparcir semilla, se debe

considerar aproximadamente 1 kg/ha (Pederick cit. por Eldridge *et al.*, 1993).

En la reproducción de bosques naturales de ***Eucalyptus regnans*** en Tasmania, también es común quemar los desechos de explotación y luego sembrar semillas locales. Sin embargo, Lacey y Line (1994) han determinado que el elevado pH que se produce en el suelo tras la quema, interfiere con ésta. A mayor pH, menor es la tasa de germinación. A temperaturas suficientemente bajas como para retrasar la germinación el elevado pH no afecta en igual magnitud.

Se estima que el rango de pH negativo para la germinación de la especie es mayor a 8,4; estos antecedentes se deben tener en cuenta al viverizar la especie o al efectuar siembra directa.

En el desarrollo de las plántulas, los autores también determinaron que una depositación persistente de cenizas parece representar una barrera física a la penetración de las raíces y un impedimento a su sobrevivencia.

4.1.1.2 Regeneración natural por tocón

E. regnans es una especie que raramente rebrota de tocón a diferencia de ***E. globulus*** y ***E. viminalis***, que presentan una gran capacidad de retoñación (Turnbull y Prior, cit. por Prado *et al.*, 1990). Según Marriage (1977) no rebrota, por lo que no formaría renovales útiles para la producción de material dendroenergético.

Sin embargo, Prado *et al.* (1990) mencionan que la experiencia en Chile indica que en ciertos casos ***E. regnans*** rebrota en abundancia, y que esta facultad dependería de la procedencia, época y altura de corta.

En Mulchén se analizó la retoñación de varias especies del género incluyendo ***E. regnans, se*** cortaron individuos de 20 años a los que se les midió la capacidad de rebrote 14 meses después de la corta. En el Cuadro 6 se aprecian los valores observados (Prado *et al.*, 1990).

De los 4,7 retoños obtenidos en ***E. regnans***, 4,6 provenían de yemas epicórnicas. En todas las especies estudiadas, la mayoría de los retoños tuvieron su origen en estas yemas y no en las adventicias, pues por lo general dan origen a rebrotes frágiles. La inferior facultad de ***E. regnans*** para retoñar la pone en gran desventaja para ser manejada en rotaciones cortas. Sin embargo, no es despreciable el crecimiento, sobre todo en diámetro, de los retoños de esta especie *(Op. cit.)*.

CUADRO 6

PORCENTAJE DE RETOÑOS Y NÚMERO DE RETOÑOS, POR TOCÓN SEGÚN ESPECIE

ESPECIE	% de Retoñación	N° de Retoños por Tocón	Altura Máxima (cm)	Diámetro Máximo (cm)
E. viminalis	100,0 a	5,2 c	330 a	3,2 a
E. globulus spp.	93,1 a	6,6 b	257 a	3,3 a
E. nitens	81,8 a	5,9 b c	236 a	3,4 a
E. delegatensis	80,1 a	8,0 a	271 a	2,9 a
E. regnans	17,0 b	4,7 c	228 a	2,6 a

a, b ,c: los valores acompañados por igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.
Fuente: Prado *et al.*, (1990)

4.1.2 Propagación artificial

4.1.2.1 Viverización

Tradicionalmente la forestación con especies de *Eucalyptus* se ha realizado empleando plantas producidas en contenedores. Esto no sólo sucede en Chile sino también en la mayoría de los países en donde se cultivan estas especies.

Según Jayawickrama *et al.*, (1993), actualmente cerca del 60 % de las plantas de Eucalipto viverizadas en Chile, son producidas en contenedores.

Los Eucaliptos en general, son difíciles de establecer a raíz desnuda, especialmente en zonas de baja precipitación, por lo que esta técnica se recomienda para zonas donde no existen limitaciones de humedad, condiciones en las cuales se ha utilizado con gran éxito según experiencias en Nueva Zelanda y Australia (FAO, 1979).

Eucalyptus regnans producido a raíz desnuda necesita un intensivo manejo de raíces en vivero *(Op. cit.)*. Sin embargo, en Nueva Zelanda este tipo de viverización es una práctica común en el establecimiento de la especie. Aunque el éxito depende en gran medida del adecuado acondicionamiento de las plantas en el vivero. En ese país se encontraron los mejores resultados de sobrevivencia y crecimiento con espaciamientos de 15 x 15 cm, una poda inicial a la raíz principal (13 cm), cuatro podas laterales en cuadrado y dos descalces (Balneaves *et al.*, 1985).

Con técnicas de manejo de vivero adecuadas, las plántulas de ***Eucalyptus regnans*** pueden resistir temperaturas en el suelo de hasta -12°C. Sin embargo, las plantas acondicionadas para estas situaciones son lentas para responder a condiciones favorables de crecimiento en primavera (Jayawickrama *et al.*, 1993).

4.1.2.2 Producción de plantas en contenedores (speedling)

Según Jayawickrama *et al.*, (1993) las grandes compañías en Chile producen las plantas en contenedores debido al mayor control de todas las variables que se pueden obtener con este sistema. Estos viveros industriales se instalan bajo sombreaderos, en áreas libres de heladas, o en invernaderos de polietileno con control de temperatura. Los contenedores son mantenidos a una altura que permita la fácil manipulación, en plataformas de madera o metal. En viveros más avanzados en tecnología, cada módulo tiene un calefactor a gas, desde donde el calor es distribuido a través de tubos de polietileno. Con este sistema se puede mantener una temperatura de 10 °C, aún cuando la temperatura en el exterior sea de -5 °C. Las semillas son sembradas automáticamente en los contenedores (cada uno de 140 cc de capacidad) obteniéndose un 90% de germinación. El sistema de irrigación está diseñado de tal manera que mantiene el follaje húmedo todo el tiempo.

Existen varios tipos de contenedores, speedling, tubetes y otros. En Chile, este método de producción de plantas es cada vez más común, dado los buenos resultados que presenta, sobre todo en calidad de la planta y de la masa radicular.

Una experiencia realizada en Victoria (Australia), indica que con diferentes tipos de contenedores y épocas de siembra, se determinó que cada factor por separado y su interacción presentan un fuerte efecto sobre la altura de las plantas al momento de la plantación (Cuadro 7).

CUADRO 7

CRECIMIENTO EN ALTURA SEGÚN TIPO DE CONTENEDOR EN *Eucalyptus regnans*

Tipo de Contenedor	Profundidad (cm)	Volumen (ml)	Altura (cm) según época de siembra					
			16/12	6/01	27/01	16/02	9/03	30/03
Paperpot FH41S	15	170	35,6	15,9	9,2	4,7	2,8	1,6
Paperpot FH41S de media prof.	7,5	85	22,8	10,2	3,8	4,3	2,3	1,7
Jiffypot 522	5,1	33	10,1	9,5	5,6	4,5	2,4	2,4
Jiffypot 515	5,1	61	16,3	10,2	9,8	4,6	3,3	1,6
Styroblock 2	11,4	40	14,1	7,0	4,7	3,7	2,7	1,6
Styroblock 8	15,2	125	28,7	13,3	6,0	4,0	2,8	1,7
MEDIA			21,3	11,0	6,5	4,0	2,7	1,8

Fuente: Kellas y Edgar (1979)

Según este ensayo, las plantas provenientes de las siembras realizadas el 16 de diciembre y el 6 de enero mostraron un rápido crecimiento después de removerles la sombra, 8 semanas después de la siembra. Las plantas sembradas en esa oportunidad mostraron una respuesta mucho más correlacionada al tipo de contenedor utilizado. En cambio, las plantas sembradas tardíamente no fueron tan sensibles al tipo de contenedores.

4.1.2.3 Semillas

Según INFOR-CORFO (1986), ***E. regnans***, como otras especies del grupo *Ash* presenta ciertas dificultades para su reproducción. En promedio contienen 900.000 semillas/kilógramo y su viabilidad varía entre una media de 178.000 a una máxima de 651.000 semillas por kg, y requiere de una estratificación en frío (4°C) unos 15 a 20 días antes de la siembra.

4.1.2.4 Época de siembra

En Chile, la siembra de las distintas especies de Eucaliptos se realiza en general en diciembre, durante la primera y segunda quincena. Es recomendable aplicar un podador químico al tubete antes de la siembra (puede ser cobre más un aditivo como látex) para evitar malformaciones a la raíz.

Según INFOR-CORFO (1986) es recomendable sembrar durante los primeros 15 días de octubre.

En Australia, para obtener plantas de unos 25 a 30 cm de altura, con tallo y hojas bien formados, se acostumbra a sembrar en octubre (primavera), para después de 4 semanas, trasplantarlas a contenedores. Éstas serán plantadas en julio o agosto del siguiente año (fines del invierno) (Kellas y Edgar, 1979).

4.1.2.5 Sustrato

Según Jaywickrama *et al.*, (1993), el sustrato utilizado comúnmente es corteza descompuesta de pino.

Esta corteza, proveniente de desecho de aserradero, es descompuesta y fertilizada con nitrógeno, potasio, fósforo y calcio. Este tipo de sustrato no necesita aplicación de herbicidas. Si se utiliza como sustrato una mezcla de tierra y arena, ésta puede ser compuesta, según Barros (1989) por un 20 a 25 % de arena fina, 20 a 25 % de tierra vegetal y un 50 a 60 % de tierra corriente del lugar, dependiendo de la textura de esta última. Si la textura es muy pesada es necesario usar la arena, si es muy liviana, la mezcla puede ser por ejemplo 60 % tierra corriente y 40 % tierra vegetal. Antes de efectuar la mezcla, la tierra corriente debe ser harneada para obte

ner un tamaño máximo de partículas de 0,8 a 1,0 cm. La mezcla finalmente debe ser desinfectada con ácido sulfúrico o bromuro de metilo. Este producto en la actualidad no presenta restricciones ambientales, pero las tendrá a partir del año 2000, por lo que recomienda el uso de un producto sustituto.

4.1.2.6 Desarrollo, manejo y nutrición de las plantas

El producto del vivero debe ser una planta de 20 a 25 cm de altura, con diámetro de cuello de 3 mm y una relación tallo-raíz 2,5:1. Las plantas excesivamente altas deben despuntarse.

Durante este período se debe controlar su estado nutricional y según esto fertilizar cuando sea necesario. Según Jayawickrama *et al.*, (1993) los nutrientes son suplidos a través de fertilizantes de entrega lenta aplicados al sustrato, y sprays foliares formulados de acuerdo a análisis foliares semanales.

En el mes de marzo se inicia el endurecimiento de las plantas, disminuyendo los riegos y fertilizando con fósforo, potasio y calcio pero sin nitrógeno.

A fines de mayo se comienza la cosecha desde el vivero y su traslado a terreno para la plantación.

Si la siembra se ha realizado en contenedores móviles es conveniente, a lo largo del desarrollo de las plántulas, ir reordenando los tubetes y dejar aquellas de igual tamaño siempre juntas, para que su desarrollo sea homogéneo, y evitar la competencia entre plantas muy desarrolladas y plantas con menor crecimiento. De esta manera también se les puede aplicar tratamientos diferenciados en cuanto a riego y fertilizaciones.

Tal como se dijo anteriormente, las almacigueras o tubetes pueden ser puestos en plataformas altas para mayor comodidad de trabajo en ellas, y para producir una poda natural de las raíces inferiores que asoman por la extremidad inferior del tubete.

4.2 ESTABLECIMIENTO

4.2.1 Preparación del terreno

Se debe efectuar una aradura o un subsolado en todo el terreno, si este se encontrara compactado o existieran obstáculos físicos para el desarrollo de las raíces. En terrenos aireados de adecuada porosidad, no compactados se hacen casillas de 20x20x20 cm aproximadamente, para favorecer un correcto establecimiento y recuperación de las plantas. Éstas se pueden realizar manualmente, en forma mecanizada o con un taladro, aunque en los suelos pesados, limosos o arcillosos, éste último sistema, tiene el inconveniente de alisar y sellar las paredes de la casilla. Para evitar lo anterior, conviene abrir las casillas en otoño y plantar, más tarde.

Es indispensable realizar un severo control de malezas que impida la competencia.

4.2.2 Plantación

La especie puede ser plantada a raíz desnuda, pero requiere un acondicionamiento en vivero y de un cuidadoso manejo (FAO, 1979).

Como material de plantación The Forest Commission en Victoria (Australia) especifica que es conveniente tener plantas de 25 a 30 cm de altura, con tallo y hojas bien desarrolladas, y acondicionadas al momento de la plantación (Kellas y Edgar, 1979).

Otro aspecto a tener en cuenta es que las hojas de ***E. regnans*** son muy palatables, por lo que se debe evitar el paso o presencia de animales (Jacobs, 1981).

Algunas recomendaciones para el manejo intensivo de la especie pueden ser rescatadas de Turnbull *et al.*,(1988), quienes establecieron parcelas experimentales a distintas altitudes del Valle de la Esperanza, en Tasmania, sometiéndolas a diferentes tratamientos. Por ejemplo, se hizo subsolado con buldozer, removiendo incluso los tocones, para luego preparar el suelo con arado. Posteriormente fueron cercadas todas las parcelas, e inmediatamente antes de la plantación se aplicó 8 l/ha de herbicida de contacto y 6 l/ha de herbicida pre-emergente (atrazina al 25 %).

Los individuos fueron producidos en contenedores, siendo plantados a fines de invierno a 2 x 2 m (2.500 árboles/ha). Se realizó una fertilización de establecimiento, otra en la segunda temporada vegetativa y por último se fertilizó al inicio y mitad del tercer y cuarto período de crecimiento.

El temprano desarrollo del área foliar y el cierre del dosel podría favorecer la aparición de insectos, por lo que se aplicó un programa regular de insecticidas esparciendo *carbaryl* y *metasystox,* repetido durante las primeras cuatro temporadas. Además se controlaron las malezas del sector, a fin de maximizar la disponibilidad de agua y nutrientes para el Eucalipto.

Al quinto año dejaron de aplicarse los fertilizantes, el dosel parcialmente cerrado impidió el desarrollo de otras especies competidoras, y la aplicación de insecticidas fue suspendida.

De esta experiencia se puede concluir que las labores de preparación del sitio como el subsolado y la aradura, control de malezas y fertilización producen un impacto positivo en el crecimiento de la especie, en mayor medida en sitios ubicados a bajas altitudes. A mayores altitudes, expuestas a temperaturas de congelamiento y nieve, los efectos de preparación de sitio, control de malezas y fertilización, son menos satisfactorios *(Op. cit).*

4.2.3 Densidad de plantación

En Chile ha sido tradicional la plantación de Eucaliptos a 2 x 2 m en la zona sur y a 3 x 3 m en la zona semiárida. El espaciamiento ha estado relacionado con la calidad del sitio y los objetivos de plantación. Actualmente existe la tendencia a utilizar más frecuentemente este distanciamiento (Prado,1989).

En Sudáfrica, la práctica más usual es la plantación a 2,7 x 2,7, cuando se quiere producir madera aserrada, chapas, postes de transmisión y en general madera de grandes dimensiones. Para la producción de pulpa y madera estructural para minas, los espaciamientos más empleados son 2,4 x 2,4 m ó 2,1 x 2,1 m (Poynton, 1979).

Espaciamientos más amplios (3 x 3 m) sólo se recomiendan en sitios pobres, especialmente secos. Schönau y Coetzee (1988) recomiendan no plantar más de 2.000 ni menos de 1.200 árboles por hectárea. Con densidades menores se retrasa el cierre del dosel, prolongando la competencia de malezas, lo cual aumenta el costo de mantención y reduce la tasa de crecimiento.

Los mismos autores indican que para la producción de pulpa, un espaciamiento de 3 x 2 m es recomendable para buenos sitios. También señalan que para la producción de madera aserrada o postes de transmisión, el espaciamiento no debería ser menor a 3 x 2,5 m.

4.2.4 Riegos

El riego no es común en el establecimiento de bosques de *Eucalyptus.* Sin embargo puede ser necesario como un tratamiento de emergencia para salvar una plantación en caso de una sequía prolongada. Se considera un tratamiento regular en el establecimiento de plantaciones en zonas áridas (Prado, 1989).

Los riegos de emergencia podrán realizarse en áreas relativamente planas, con buen acceso y de no gran extensión. Cuando el período seco es muy largo (7 a 8 meses), puede ser necesario incorporar riego en el primero o en los dos primeros años, hasta que la planta esté bien establecida. Uno o dos riegos de 4-5 litros por planta pueden ser suficientes para que pasen el período seco *(Op. cit.).*

4.2.5 Control de malezas

Messina (1990) indica que en Nueva Zelanda y distintas partes del mundo donde se cultiva el género *Eucalyptus* se ha concluido que es necesaria una buena selección y preparación del sitio para el éxito de las plantaciones.

El autor indica que se ha dado menor importancia a la influencia del control de malezas en el éxito y desarrollo de las plantaciones, factor que sin embargo, según sus investigaciones, puede ser tan influyente como la fertilización en el crecimiento del género *Eucalyptus* y de la especie ***Eucalyptus regnans*** en particular.

En ensayos realizados en Nueva Zelanda se ha observado, que el reducir la

competencia mediante herbicidas produce un significativo incremento en el diámetro y volumen de la especie, en los 20 meses después del tratamiento; mientras que fertilizar influye significativamente sólo en el crecimiento en altura. Los resultados indican que la competencia de malezas y arbustos es un elemento restrictivo importante en el crecimiento de ***Eucalyptus regnans***.

Fagg (1988), en un estudio sobre control de malezas en plantaciones de ***Eucalyptus regnans***, indica que el uso de herbicidas de preemergencia, tales como propazina o simazina, producen un significativo incremento en el desarrollo en altura de las plantas después de dos años de la plantación. El tratamiento pre-plantación más barato de los probados en ese estudio podría ser una mezcla de *amitrol* con *simazina* (2 y 3 kg/ha respectivamente), y *amitrol* con *dalapon* (2 y 5 kg/ha respectivamente). El tratamiento post-plantación más barato sería la aplicación de *propazina* (6 kg/ha). *Propyzamida* y *propazina* en una mezcla 1:1 (1,5 kg/ha cada uno, por ejemplo) aplicado tras la plantación a suelos relativamente limpios produce un incremento en el desarrollo en altura del Eucalipto gracias a su efecto de control de malezas.

Según Sierra (1990), en ensayos realizados en la VIII Región, con suelos de origen marino y precipitación entre 1.300 a 1.500 mm al año se observó que una buena combinación de herbicidas podría ser *roundup* y *simazina* (4 y 5 l/ha) aplicados antes de la plantación, ya sea acompañado con un tratamiento al suelo de surcos o subsolado. En este mismo ensayo, los mejores resultados de preparación del suelo, fertilización y control de malezas fue el de surcar, aplicar los herbicidas tal como fue indicado anteriormente, y una fertilización con N, P, K y B (nitrógeno 50 gr/planta, fósforo 25 gr/planta, potasio 25 gr/planta y boro 30 gr/planta).

4.3 MANEJO FORESTAL

4.3.1 Crecimiento

- ***Australia***

Los bosques naturales de ***Eucalyptus regnans*** son bien conocidos por su rápido crecimiento en altura y los grandes volúmenes que alcanzan en pie. Probablemente el mayor volumen en pie registrado fue en un viejo bosque de 500 ha en el Plateau Torongo en Victoria, donde el volumen total promedio fue de 1.900 m^3/ha (Ferguson cit. por Eldridge *et al.*, 1993).

Para alturas de entre 50 y 70 m presenta diámetros entre 1,5 y 2,1 m (Hall *et al.*, 1963).

Ha crecido bien en ensayos en localidades templadas protegidas en Portugal y Sudáfrica y a grandes altitudes en el trópico en India, Sri Lanka y Zimbabwe (Streets, Jacobs, cit. por Eldridge *et al.*, 1993).

Turnbull *et al.*, (1993) presentan resultados sobre el crecimiento inicial y sobrevivencia de ***Eucalyptus regnans*** en ensayos realizados en Tasmania bajo las condiciones que muestran los Cuadros 8 y 9.

En estos ensayos se realizó un manejo intensivo del suelo, limpiando primero la vegetación con buldozer, para luego realizar una aradura de disco en tres direcciones y subsolado a 1 m de profundidad. Se aplicaron herbicidas antes de la plantación y corromet para el ataque de roedores, fertilizantes y plantación a un distanciamiento de 2 x 2 m.

Turnbull *et al.*, (1993) observaron, al comparar el crecimiento inicial de distintas especies de Eucalipto, que el crecimiento inicial de ***E. nitens*** y ***E. globulus*** (grupo Symphyomyrtus) es mayor que el de ***E. regnans*** y ***E. delegatensis*** (grupo Monocalyptus). ***E. globulus*** en general creció mejor que ***E. regnans*** y ***E. delegatensis***, a excepción de aquellos lugares donde bajas temperaturas perjudicaron su sobrevivencia. Sin embargo, según los autores, estas diferencias entre subgéneros tienden a decrecer con el tiempo, constatándose que en bosques naturales mixtos de Eucaliptos la dominancia la toman los *Monocalyptus*.

CUADRO 8

CONDICIONES DEL ENSAYO DE SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO REALIZADO EN TASMANIA EN *Eucalyptus regnans*

Sitio	Altitud (msnm)	Orientación (pendientes suaves)	Uso previo del suelo	Suelo
A	60	SO	Plantación de Eucalipto	Podzol amarillo sobre "Triassic mudstone"
B	240	NE	Plantación de Eucalipto	Krasnozem sobre dolerita jurásica
C	440	N	Regeneración de Eucalipto (sembrada)	Krasnozem sobre dolerita jurásica
D	650	N	Regeneración de Eucalipto (natural)	Litosol sobre dolerita jurásica

Fuente: Turnbull *et al.*, (1993)

Cotterill *et al.*, (1985) compararon el crecimiento de 36 especies de eucaliptos, a los 18 meses y 4 años después de haber efectuado una plantación en el sur de Australia. La especie más sobresaliente fue ***E. globulus***, pero el crecimiento de ***E. regnans*** también fue bueno (Cuadro 9).

CUADRO 9

MEDIAS DE CRECIMIENTO PARA *Eucalyptus regnans* A LOS 18 MESES Y CUARTO AÑO DE PLANTACIÓN

	Sobrevivencia (%)	Diámetro (cm/árbol)	Altura fustes (m/árbol)	Volumen (dm^3/árbol)
A 18 meses	95	7,7	5,0	9
4 años		15,3	9,4	59

Fuente: Cotterill *et al.*, (1985)

También, en este estudio se consideraron otras cuatro procedencias de ***E. regnans*** que se midieron a los 4 años. La de mayor crecimiento fue de Mirboo East (Victoria) y la de menor desarrollo fue Otway Messmate (Vic.), (Cuadro 10).

CUADRO 10

MEDIAS PARA CADA PROCEDENCIA DE ALTURA DE FUSTE, DIÁMETRO (A 50 CM) Y VOLUMEN DE FUSTE A LOS 4 AÑOS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN

Procedencias	Diámetro (cm/árbol)	Altura fustes (m/árbol)	Volumen (dm^3/árbol)
E. regnans Mirboo East (Vic.)	15,8	9,6	65,3
E. regnans Mount Dissappointment (Vic.)	15,5	9,4	60,2
E. regnans Moogara (Tas.)	15,5	9,8	63,2
E. regnans Otway Messmate (Vic.)*	14,4	8,8	48,7

* Especie Intermedia entre poblaciones de E. regnans y E. oblicua
Fuente: Cotterill *et al.*, (1985)

CUADRO 11

RESULTADOS DE SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO INICIAL DE ENSAYO EN *Eucalyptus regnans*

	Procedencia	Sitio	Edad (años)					Total
			1	2	3	4	5	
SOBREVIVENCIA (%)	1	A	100	100	100	100	100	
		B	100	100	97	90	80	
		C	100	97	92	80	73	
		D	100	92	83	67	65	
	2	A	100	100	100	100	100	
		B	100	90	73	63	58	
		C	100	100	93	87	80	
		D	100	95	58	35	30	
INCREMENTO EN ALTURA (m/año)	1	A	0,78	2,25	1,99	1,52	1,51	8,1
		B	0,49	1,32	1,14	1,17	1,37	5,5
		C	0,4	0,97	1,26	1,02	0,49	4,2
		D	0,45					
	2	A	1,07	2,64	2,01	1,02	1,34	8,1
		B	0,70	1,41	1,51	0,38	1,27	6,3
		C	0,39	0,74	1,11	1,00	0,41	5,1
		D	0,55					3,7
INCREMENTO EN DIAMETRO (cm/año)	1	A				1,69	2,04	8,2
		B				1,21	1,75	5,1
		C				1,55	0,97	4,3
		D				1,58	1,97	9,3
	2	A				1,56		
		B					2,19	6,8
		C				1,40	0,93	3,6
		D						

Fuente: Turnbull *et al.*, (1993)
Procedencia 1: Moogara, Tasmania, 42° 47' S, 490 msnm Procedencia 2: Creek, Victoria, 38° 27' S, 500 msnm
Sitio A: 60 msnm, B: 240 msnm, C: 440 msnm, D: 650 msnm

Según un ensayo realizado por Turnbull *et al.*, (1993), el cual probó la sobrevivencia y el crecimiento en diámetro y altura de distintas procedencias de Eucaliptos, hasta los 5 años de edad, se puede concluir que

Eucalyptus regnans, presenta una disminución de todos los parámetros medidos al aumentar el gradiente altitudinal. De las procedencias ensayadas solo se encontró diferencias significativas en la sobrevivencia, siendo superior en los individuos procedentes de Moogora, Tasmania (cuadro 11).

En Australia, en plantaciones con mejora en la selección de sitio, prácticas de establecimiento y huerto semillero se logran rendimientos de más de 30 m^3/ha/año (Eldridge *et al.*, 1993).

Las tasas de crecimiento en rodales naturales jóvenes en los mejores sitios en Victoria (Australia) son comúnmente de 15 a 20 m^3/ha/año (Eldridge *et al.*, 1993). En Australia, se ha observado que bosques de ***E. regnans*** que han regenerado después de una quema, alcanzan incrementos volumétricos de 50 m^3/ha/año (Attiwill, 1994).

Plantaciones en otros países fuera de Australia, han sido muy exitosas en los lugares donde el clima y suelo son cercanos al ideal (Eldridge *et al.*, 1993).

• ***Australia y Nueva Zelanda***

En el Cuadro 12 se presentan antecedentes sobre el crecimiento de la especie en Australia y Nueva Zelanda.

CUADRO 12

CRECIMIENTO DE *Eucalyptus regnans* EN AUSTRALIA Y NUEVA ZELANDA

Edad	DAP (cm)	Altura (m)	IMA*	
			DAP (cm)	H (m)
4	10,5	11,6	2,63	2,90
7	17,1	19,5	2,44	2,78
7	s/a	s/a	s/a	s/a
8	14,5	17,6	1,81	2,20
10	25,0	22,7	2,50	2,27
13	21,6	23,8	1,67	1,83
13	40,7	28,5	3,13	2,20
17	24,1	29,5	1,42	1,74
19	s/a	s/a	s/a	s/a

Fuente: Frederick *et al.*, (1985)
IMA*: incremento medio anual calculado por bibliografía. s/a: sin antecedentes.

En Nueva Zelanda ***Eucalyptus regnans*** es uno de los cuatro Eucaliptos más promisorios para ser plantados en sitios fríos, junto con ***E. fastigata***, ***E. delegatensis*** y ***E. nitens***. En este país ha sido plantado para pulpa (Wilcox cit. por Eldridge *et al.*, 1993).

En Nueva Zelanda donde se midió en una plantación de 13 años de edad con: 40,7 cm de diámetro medio, 28,5 m de altura media y 307 m^3/ha de volumen (Wilcox y Thulin cit. por Hernández y Morales, 1985).

• ***Chile***

Correa (1991) evaluó el crecimiento de ***E. regnans*** y ***E. delegantesis*** en una plantación de seis años (Cuadro 13).

En dicho cuadro se aprecia un crecimiento muy heterogéneo, presentándose valores extremos tanto en altura como diámetro, atribuible al efecto del replante realizado en un sector del rodal y una mala selección de plántulas al establecer la parcela. Pese a ello, al compararlo con los ensayos efectuados en Chile, el desarrollo diametral del rodal se encuentra al nivel de los mejores promedios registrados.

CUADRO 13

ESTADO DE CRECIMIENTO DEL RODAL DE *E. regnans*

Rodal	Diámetro			Altura			IMA	
	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	DAP (cm)	H (m)
	2,20	26,10	10,36	3,30	19,08	12,26	1,73	2,02
Árb dom.			19,21			17,58	3,19	2,93

Fuente: Correa (1991)
IMA: Incremento medio anual
DAP: Diámetro de la altura del pecho
H: Altura total
Árb.dom: árboles dominantes

Al analizar el crecimiento de los árboles dominantes se confirma el alto potencial de la especie, con valores similares a los descritos por Wilcox y Thulin (cit. por Correa 1991).

Sin embargo, el crecimiento del rodal está muy por debajo a lo registrado por Frederick *et al.*, (1985) en Nueva Zelanda, quienes trabajaron con plantaciones de edad similar obteniendo incrementos en diámetros anuales sobre los 2,5 cm.

En lugares con más de 1.000 mm de precipitación anual y buenos suelos forestales, ***E. regnans*** supera en crecimiento a ***Pinus radiata***, constituyéndose en una de las especies de más rápido crecimiento ensayadas en el país, junto a ***E. nitens*** y ***E. delegatensis*** (INFOR-CORFO, 1986). Específicamente en la zona de Concepción la especie alcanza los 32 m a los 15 años de edad.

En Chile se desarrolló un simulador de crecimiento para los distintos Eucaliptos que se incluyeron en el Programa de Introducción de Especies Forestales del Instituto Forestal. Este permite simular el crecimiento de ***E. regnans*** obteniéndose los siguientes resultados para su crecimiento en altura, diámetro y volumen para una clase de sitio I (Fig. 1, 2 y 3) (INFOR, 1995a).

FIG. 9 DESARROLLO EN ALTURA DE
Eucalyptus regnans

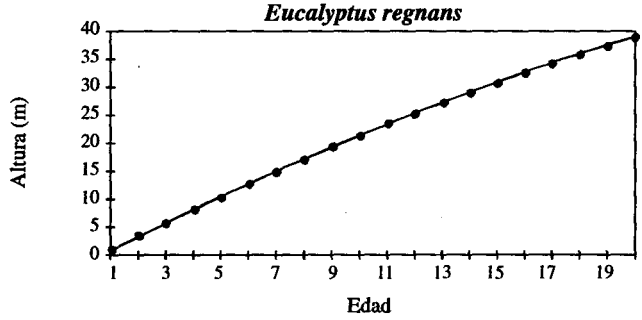


FIG. 10 DESARROLLO EN DIAMETRO DE
Eucalyptus regnans

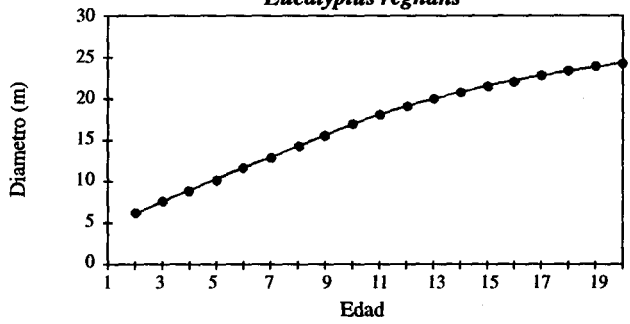
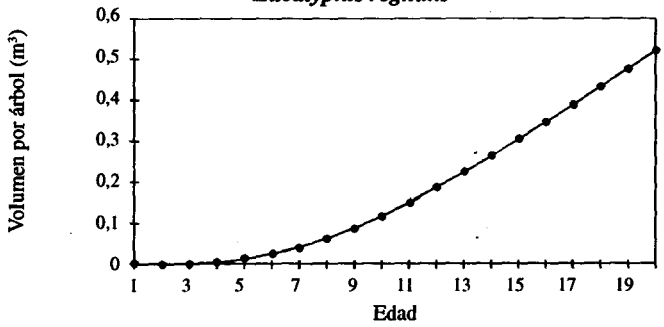


FIG. 11 DESARROLLO EN VOLUMEN DE
Eucalyptus regnans



Los crecimientos obtenidos con ***E. regnans*** en las parcelas de introducción de especies varían entre 26,1 y 62,6 m^3/ha/año según el sitio y procedencia de las semillas (Prado, 1981). En el Cuadro 14, se resumen los crecimientos obtenidos para la especie en las distintas zonas ensayadas, clasificadas según la unidad edafoclimática a la cual corresponden.

Al analizar este cuadro, se puede concluir que la zona mediterránea central destaca por sus crecimientos claramente más altos que en las otras dos, especialmente en Leonera y Antiquina. En la zona oceánica de Los Lagos se mantiene una tasa de incremento alta.

CUADRO 14

ANTECEDENTES DE CRECIMIENTO SEGÚN ZONA Y UNIDAD EDAFOCLIMÁTICA

	Unidad Edafoclimática	Ensayo	Edad	DAP (cm)	Altura (m)	Densidad (arb/ha)	Volumen (m^3/ha)	IMA (m^3/ha /año)
Zona Mediterránea Semiárida	Paredones	Sn. Antonio de Petrel	16	19,3	20,0	1.533	464	29
Zona Mediterránea Central	Constitución	Las Cañas	16	19,3	25,2	1.467	460	29
	Concepción	Leonera	15	23,4	32,9	1.333	775	52
		Sta. Ana	15	19,0	21,3	1.533	392	26
	Arauco	Antiquina	15	22,3	23,3	2.200	940	63
		Amuley y Cullinco	15	21,8	27,6	1.700	738	49
Zona Oceánica de Los Lagos	Los Lagos	Sn. Antonio de Loncoche	15	23,0	15,5	800	237	16
		Llancacura	16	18,0	19,9	1.900	524	33
		Crucero Nuevo	11	14,0	16,8	1.067	129	12
	Valdivia	Nueva Etruria	10	18,0	19,1	1.667	383	38
	Cordillera Sur	Trafún	15	18,0	15,4	1.233	277	18

Fuente: Barros y Rojas (1987)

En Chile, según INFOR-CORFO (1986), la especie presenta su mayor desarrollo en la zona costera de la VIII Región, pudiendo tener incrementos volumétricos medios (IMA) superiores a los 50 m^3/ha/año en buenos sitios.

Un estudio de productividad de sitio demostró que en la zona costera de la VIII Región (predio Leonera, Tomé), ***E. regnans*** a los 15,3 años de edad y con una densidad de 1.400 árboles/ha, alcanza una altura media de 31,4 m y un DAP de 22,4 cm, lo que se traduce en un volumen de 758,1 m^3/ha. La altura dominante de estos

individuos indica un crecimiento medio anual de 2,43 m a 2,28 m y un aumento en volumen de 49,5 a 47,7 m^3/ha/año, respectivamente. Con esta tasa de crecimiento se puede esperar que a los 20 años se alcance un volumen de 990 m^3/ha y el índice de la especie será cercano a los 49 m.

En la zona precordillerana andina de la X Región (predio Trafún, Panguipulli), individuos de 12,7 años de edad, con una densidad de 1.367 árboles por hectárea obtuvieron valores de DAP y altura de sólo 15,2 cm y 14,6 m respectivamente, esto debido a que las temperaturas medias son más bajas que en la primera situación, lo que se une a la presencia de nieve en invierno. Pese a esto, ***E. regnans*** muestra una tendencia interesante de incremento, ya que se pueden esperar 29,5 m a los 20 años, siendo bajo aún su volumen (Barros y Rojas, 1982).

Hernández y Morales (1985) evaluaron la productividad de tres especies de ***Eucalyptus: E. regnans, E. delegatensis*** y ***E. globulus,*** introducidos en Chile a través del Programa de Introducción de Especies de INFOR. Del estudio se desprende que ***E. regnans*** es el más conveniente por la rectitud de su fuste y menor volumen de corteza; además, presenta una mayor capacidad productiva respecto a las otras dos especies.

A continuación se ilustran los resultados del estudio para las distintas plantaciones evaluadas cuyas edades varían entre los 13-17 años (Cuadro 15):

CUADRO 15

INCREMENTO MEDIO ANUAL DE LOS 200 ÁRBOLES DOMINANTES DE MAYOR VOLUMEN

Localidad	Altura total (m/árbol)	DAP (cm/año)	Volumen (m^3/año/árbol)	Clase de Sitio
S.A. Petrel	1,70	1,59	0,025	III
Las Cañas	1,91	1,80		
Leonera	1,94	2,53	0,113	I
Coronado	1,76	1,98	0,034	III
Sta. Ana	1,51	1,51	0,341	III
Antiquina	2,00	2,20	0,051	II
Amuley y Cullinco	1,84	2,33	0,074	III

Fuente : Hernández y Morales (1985)

En el análisis se observó que ***E. regnans*** presenta un mayor crecimiento potencial, puesto que sus medias superan en gran medida a las otras 2 especies (Cuadro 16), sobre todo si se considera que los índices de sitio fueron llevados a la edad de 14 años.

CUADRO 16

VALORES MEDIOS PARA CLASES DE PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE SITIO

Especie	***E. globulus***		***E. delegatensis***		***E. regnans***	
Edad Comparación (años)	16		17		14	
Índice	Produc.*	Sitio**	Produc.*	Sitio**	Produc.*	Sitio**
Clase de sitio y productividad de sitio Clase I	1,093	31,4	1,31	33,2	1,25	32,2
Clase II	0,725	26,3	0,99	27,7	0,79	28,0
Clase III	0,483	23,0	0,59	18,9	0,43	23,5

Fuente : Hernández y Morales (1985)
* IP : Indicador de productividad basado en el volumen de los 200 árboles dominantes de mayor volumen por hectárea
** IS : Indicador de calidad de sitio basado en la altura de los 200 árboles dominantes de mayor volumen por hectárea

Opie (1977), desarrolló diferentes modelos para estimar el volumen de árboles de cualquier diámetro. Según sus investigaciones, el modelo no lineal (logarítmico) es el que mejor describe esta variable de estado para ***Eucalyptus regnans***, a cualquier tamaño. Una versión razonable es la que se presenta a continuación:

$$\log_{10} (D^2H/V) = 4{,}762 - 5{,}613/(D + 127)^2$$

Donde: D (cm), H (m) y V (m^3)

$$V = D^2H \ / \ 10 \ (4{,}767 - (5, 613/(D + 127)^2)$$

4.3.2 Tratamientos silviculturales

4.3.2.1 Manejo como Monte Bajo

Tal como fue mencionado en el punto 4.1.1.2, Prado *et al.* (1990), indican que en Chile, según distintas experiencias, ***Eucalyptus regnans*** en determinados casos rebrota con bastante profusión y vigor, pero en otros el rebrote es escaso o nulo. Según Turnbull *et al.*, (cit. por Prado *et al.*, 1990), la regeneración de la especie por tocón es rara.

En una evaluación de ensayos de introducción de especies del Instituto Forestal, Prado *et al.*, (1990) confirman lo establecido en la bibliografía, esto es, que la especie no presenta una buena capacidad de retoñación, concluyendo que esto la sitúa en una posición desventajosa para ser manejada en rotaciones cortas.

4.3.2.2 Manejo como Monte Alto

El término *monte alto* se aplica a los bosques que se han regenerado a partir de semillas, pero también es aplicable a un bosque establecido a partir de plantas producidas por propagación vegetativa (Prado, 1989).

El manejo del monte alto se hace principalmente cuando se requiere madera de calidad y cuando se requiere producción de madera pulpable, de menor calidad y la especie no presenta adecuada regeneración vegetativa, lo que se logra a través de un régimen de manejo bien definido.

Dado que en Chile la silvicultura de ***E. regnans*** no se ha desarrollado, en capítulo posterior (6.6), se indican algunos esquemas de manejo adaptable de literatura extranjera.

4.3.3 Raleos y Fertilización

En plantaciones de Eucaliptos destinadas a la producción de pulpa no se realizan raleos. Las rotaciones para la producción de pulpa pueden ser de 8 a 10 años para obtener un volumen total de 300 a 350 m^3/ha (Díaz cit. por Jayawickrama *et al.*, 1993).

En forma general, para los Eucaliptos en el país aún se deben desarrollar las técnicas de raleo y poda para la producción de madera aserrada o madera para chapas; hasta el momento pocas plantaciones han sido manejadas con esos propósitos (Jayawickrama *et al.*, 1993).

Messina (1992), indica que en Nueva Zelanda se maneja el Eucalipto para madera aserrada y chapas en rotaciones de 30 a 35 años, esperando lograr diámetros mínimos de 70 a 75 cm. Para estas rotaciones se recomienda ralear y en algunos casos fertilizar. La plantación normalmente se establece con una densidad muy superior a la densidad final de cosecha, para fomentar una buena forma y asegurar los árboles a cosechar. Lo anterior también tiene una consideración económica, ya que los árboles crecen aceleradamente hasta alcanzar un cierto tamaño, especialmente cuando el rápido crecimiento aparentemente no perjudica las propiedades de la madera. Por ello, el raleo debiera ser parte integral del manejo para madera aserrada o chapas, del mismo modo que la fertilización; ésta al inicio de la rotación junto a los raleos, son herramientas comúnmente utilizadas en varios países donde el Eucalipto se maneja en forma intensiva.

El mismo autor realizó un estudio sobre la respuesta de ***Eucalyptus regnans*** al raleo y a la fertilización, concluyendo que el raleo tiene un efecto positivo cuando el objetivo de la plantación es producir madera aserrada en rotaciones cortas. El estudio consistió en aplicar dos intensidades distintas de raleo (Ti), combinándolas con dosis de fertilizante (Fi) a base de nitrógeno; los tratamientos fueron:

T0F0: sin ralear y sin fertilizar
T1F0: dejando 350 árb/ha sin fertilizar
T1F1: dejando 350 árb/ha y fertilización con 230 kg N/ha
T1F2: dejando 350 árb/ha y fertilización con 460 kg N/ha
T2F0: dejando 150 árb/ha sin fertilización
T2F2: dejando 150 árb/ha y fertilización con 460 kg N/ha

El ensayo se realizó en una plantación de 7 años con una densidad de 1.200 árboles/ha; el control se realizó 2 años después, con los siguientes resultados (Cuadro 17).

CUADRO 17

RESPUESTA DE *Eucalypts regnans* AL RALEO

Tratamiento	Incremento		
	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m^3/ha)
T0F0	1,9	3,4	70,9
T0F1	2,4	3,3	80,6
T0F2	2,2	3,3	77,6
T1F0	3,8	4,3	63,1
T1F1	4,9	4,5	81,5
T1F2	4,4	4,3	5,3
T2F0	4,7	3,7	28,5
T2F0	4,7	4,0	31,1
Efecto T0	2,2	3,4	76,3
Efecto T1	4,4	3,6	72,5
Efecto T2	4,7	3,8	29,7

Fuente: Messina (1992)

Según el Cuadro 17, los mejores resultados se obtuvieron al dejar 350 árboles/ha con una dosis de fertilizante de 230 kg N/ha (F1), lográndose un incremento de 4,9 cm y 4,5 m en diámetro y altura respectivamente. Los valores más bajos se obtuvieron con el testigo sin fertilizar.

Al ralear a 150 árboles/ha como densidad final no se produjeron diferencias significativas en el crecimiento de los árboles por lo menos en los 2,5 años de control; la abrupta reducción del 88 % de la densidad parece haber sido perjudicial para el desarrollo de los árboles. Sin embargo, el raleo menos intenso (350 árb/ha) promovió un crecimiento significativo frente al no raleado; éste, en general, fue superior al de 150 árboles/ha, promoviendo en mayor medida el crecimiento en altura que en diámetro.

Por otro lado, se determinó que la fertilización no tuvo efecto significativo en el crecimiento en altura, a ninguna intensidad de raleo. Como efecto combinado, la mejor respuesta en altura se obtuvo con el tratamiento T1F1. Respecto al incremento en diámetro, la fertilización en su nivel F1 produjo un incremento significativamente mayor que F2.

Investigaciones australianas han verificado los efectos que los raleos tienen sobre el crecimiento individual en renovales de 8 a 12 años de edad, cuatro años después de efectuada la intervención. En sitios en donde el sotobosque es vigoroso no se lograron efectos sobre el uso eficiente de luz, sino más bien se produjo un efecto adverso ya que la biomasa aérea presentaba tasas de crecimiento bastante menores en los rodales raleados que en las parcelas testigo. En cambio, en sitios en los cuales el sotobosque presentaba escaso desarrollo, los árboles del renoval raleado son lumínicamente más eficientes, ya que la producción de biomasa aérea no fue afectada aún cuando la biomasa foliar fue bastante inferior al testigo (West y Osler, 1995).

Cuando los raleos se efectuaron en rodales con sotobosque sin gran desarrollo se encontró que la tasa de crecimiento del renoval raleado responde al incremento en la disponibilidad de luz y también de los recursos tales como el agua del suelo. Por su parte, en los sitios con gran cantidad de sotobosque, se concluye que los Eucaliptos tienen dificultad para competir por el agua, lo que contrarresta el efecto de la mayor disponibilidad de luz *(Op. cit.)*.

En Sudáfrica a los bosques estatales se les aplica el esquema de raleos del Cuadro 18 para la producción de madera aserrada y postes de transmisión ***(E. grandis)***.

CUADRO 18

ESQUEMA DE RALEOS PARA PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA

Edad	Densidad (Arb/ha)
0	1.370
3-5	750
7-9	500
11-13	300
25-30	0

Fuente: Poynton (1990)

Opie *et al.*, (cit. por Prado, 1989) en Australia, señalan que para sitios de buena calidad y buen acceso para especies que no retoñan bien como ***Eucalyptus regnans*** proponen establecer un bosque de alta densidad inicial, el que, al alcanzar los 10-12 m de altura (dominantes y codominantes), debe ser intensamente raleado para dejar los mejores 120 a 250 árboles por hectárea al final de los 30 años de rotación.

4.3.4 Podas

Para la producción de madera aserrada es deseable un tronco recto con ramificación mínima. A juicio de Marriage (1977), estas características serían cumplidas por ***Eucalyptus regnans***, el cual pierde sus ramas laterales sin asistencia alguna. Sin descartar esta poda natural (Hall *et al.*, 1963; FAO, 1979; INFOR-CORFO, 1986), el manejo intensivo del Eucalipto para madera aserrada y chapas ha llevado a considerar importante la poda como herramienta silvicultural para obtener madera de buena calidad y libre de nudos.

Con respecto a esto, Glass y McKenzie (1989) indican que se ha detectado el ingreso de hongos a través de las heridas de poda, los que producen pudrición a lo largo de la madera, en sentido longitudinal. La pudrición parece estar relacionada con el tamaño de la rama podada; a mayor diámetro de la rama, mayor es la probabilidad de infección. Por esta razón el Instituto de Investigación Forestal de Nueva Zelanda (Forest Research Institute cit. por Glass y McKenzie, 1989) recomienda podar las ramas de tamaño menor a 2,5 cm, durante los meses de invierno, y luego asperjar la herida de poda con una solución acuosa al 2 % de *captafol*. Actualmente el *captafol* está prohibido en Nueva Zelanda, pero un sucedáneo podría ser también efectivo.

Después de la poda, los muñones de las ramas podadas cicatrizan rápido. La expansión radial de la cicatrización no ha sido determinada para Eucalipto.

Según Deadman y Calderón, (cit. por Glass y Mc Kenzie, 1989) el diámetro cubre muñón (DOS), en Eucalyptus regnans creciendo en Neuva Zelanda, puede ser

determinado sobre la base del DAP, el diámetro más grande de la rama podada y la altura del DOS desde la base.

La forma del cilindro central nudoso depende de la altura del DOS mayor en cada levantamiento de poda realizado; la forma del cilindro central nudoso en Eucalipto no es conocida, pero se estima que es similar a la de Pino radiata, esto es, un cono truncado invertido, en el caso de que las podas siguientes se hayan atrasado (Glass y McKenzie, 1989).

En la medida que se podan ramas de menor diámetro, se minimiza el riesgo de infección de las heridas, para lo cual hay que planificar podas seguidas. Sin embargo, no se ha evaluado el efecto que podría producir en el crecimiento el efectuar podas seguidas, las que pueden comprometer una parte importante de la copa.

En Sudáfrica se han propuesto esquemas de poda para producir madera aserrada con especies de Eucaliptos de rápido crecimiento, como ***E. grandis*** y otras de crecimientos más lento, con la intención de obtener un cilindro central nudoso de 75 mm en las primeras y de 100 mm en el caso de las segundas. Los esquemas aplicados se observan en el Cuadro 19.

CUADRO 19

PROGRAMA DE PODAS PARA ESPECIES DE EUCALIPTO DE CRECIMIENTO RÁPIDO Y MEDIO

Tasa de Crecimiento	Altura Predominante (m)	Altura de la Poda (m)
Rápido	6 -7,5	50% de altura
	9,0	5,0
	12,0	7,5
	15,0	10,0
Medio - Rápido	7,5	50% de altura
	10,5	5,0
	13,5	7,5
	16,5	10,0

Fuente: Poynton (1980)

El esquema para las especies de rápido crecimiento probó ser muy drástico y fue posteriormente modificado acorde a las propuestas de Lückhoff (cit. por Poynton, 1979), el cual recomienda no remover más de un 40 % de la copa viva del árbol, ya que causa una disminución temporal, pero altamente significativa, en el crecimiento diamétrico, y en menor medida en el crecimiento en altura. La remoción de un tercio o menos de la copa viva no tuvo efecto significativo sobre el crecimiento.

El mismo estudio revela que la poda de ramas vivas redujo fuertemente el rechazo de madera por presencia de nudos, especialmente sueltos, pero condujo a una mayor proporción de rechazos debido a otros defectos (torcedura, rajadura), por lo que Prado (1989) concluye que la poda intensiva de ramas vivas no es recomendable.

5.
PRODUCCIÓN DE MADERA

E. regnans es una de las latifoliadas más importantes de Australia. El color claro de la madera y la facilidad de trabajarla la hacen muy apropiada para usos en mueblería, ebanistería y en terminaciones (FAO, 1979). Las industrias de aserrío, pulpa y papel, de Victoria y Tasmania, dependen principalmente de ***E. regnans***, y otras dos especies del grupo *ash*, ***E. delegatensis*** y ***E. obliqua*** (Eldridge *et al.*, 1993).

5.1 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN

La madera de ***Eucalyptus regnans*** es suavemente coloreada, café claro a pálido (Hall *et al.*, 1963; FAO, 1979; Eldridge *et al.*, 1993). Posee una densidad relativamente baja (Eldridge *et al.*, 1993) con valores entre 0,56 y 0,66 g/ml (Hernández y Morales, 1985), aunque FAO (1979) amplía este rango a 580 a 800 kg/m^3. La densidad básica es de 465 kg/m^3 (Nueva Zelanda), 410-580 kg/m^3 (Australia) y 463 kg/m^3 (Chile) (INFOR-CORFO, 1986).

Su textura es abierta (Hall *et al.*, 1963; FAO, 1979) y de grano recto (Eldridge *et al.*, 1993). Los anillos de crecimiento son a menudo prominentes, especialmente si la madera ha crecido a grandes altitudes (Hall *et al.*, 1963; FAO, 1979).

Se la considera una madera dura, liviana y fácil de trabajar, que se impregna bien (Hall *et al.*, 1963; FAO, 1979). En cuanto a la resistencia, Hall *et al.*, (1963); FAO (1979) afirman que es bastante resistente, pero INFOR-CORFO (1986) opina que es moderada; no es durable (Hall *et al.*, 1963; INFOR-CORFO, 1986; FAO, 1979) aunque Hernández y Morales, (1985) afirman que su durabilidad es moderada.

La contracción tangencial de la madera es de 5,5 %; la contracción radial es de 3,4 % y la contracción volumétrica de 8,5 % (INFOR-CORFO, 1986).

Pérez (1982) estudió las propiedades físico-mecánicas de varias especies del género *Eucalyptus*, dentro de las cuales se incluyó ***E. regnans***. En este caso el material utilizado proviene de dos áreas: San Antonio de Petrel (VI Región) y Trafún (X Región), de 11 y 12 años respectivamente, que se analizaron en estado verde y seco al aire (12 % C.H.). Los resultados se observan en los Cuadros 20 y 21.

CUADRO 20

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA DE *E. regnans* EN ESTADO VERDE

		San Antonio de Petrel, Colchagua (VI Región)		Trafún - Valdivia (X Región)	
Solicitación o Propiedad	**Unidad**	**Nº Probetas**	**Media**	**Nº Probetas**	**Media**
PROPIEDADES FÍSICAS Contenido de Humedad	%	90	114,5	90	169,1
Densidad Aparente	kg/cm^3	90	875,0	90	948,0
Densidad Básica	kg/cm^3	90	412,0	90	372,0
Densidad Anhidra	kg/cm^3	90	517,0	90	525,0
FLEXIÓN ESTÁTICA Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm^2	6	464,5	6	336,2
Tensión de rotura	kg/cm^2	6	680,5	6	537,8
Módulo de Elasticidad	kg/cm^2	6	79,31	6	64,32
FLEXIÓN DINÁMICA (TENACIDAD) Resistencia de rotura tangencial	N. cm	12	3.749,7	12	2.877,0
Resistencia de rotura radial	N. cm	12	3.438,9	12	2.270,0
COMPRESIÓN PARALELA Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm^2	6	244,4	6	120,0
Tensión de rotura	kg/cm^2	6	278,4	6	211,0
Módulo de Elasticidad	kg/cm^2	6	88,69	6	64,56
COMPRESIÓN NORMAL Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm^2	6	48,5	6	50,8
Tensión de rotura	kg/cm^2	6	100,2	6	113,7
CIZALLE Tensión de rotura tangencial	kg/cm^2	6	77,2	6	80,5
Tensión de rotura radial	kg/cm^2	6	65,4	6	69,8
CLIVAJE Tensión de rotura tangencial	kg/cm	6	56,7	6	59,4
Tensión de rotura radial	kg/cm	6	44,4	6	45,5

Cuadro 20 /**Propiedades físico-mecánicas de la madera de *E. Regnans* en estado verde** (de pág. anterior)					
		San Antonio de Petrel, Colchagua (VI Región)		**Trafún - Valdivia (X Región)**	
Solicitación o Propiedad	**Unidad**	**Nº Probetas**	**Media**	**Nº Probetas**	**Media**
TRACCIÓN NORMAL Tensión de rotura tangencial	kg/cm²	6	40,2	6	44,0
Tensión de rotura radial	kg/cm²	6	33,8	6	39,0
DUREZA (JANKA) Resistencia normal	kg	6	378,0	6	314,0
Resistencia paralela	kg	6	419,0	6	361,0
EXTRACCIÓN DE CLAVO Resistencia normal	kg	6	100,0	6	86,0
Resistencia paralela	kg	6	63,0	6	40,0

Fuente: Pérez, (1982)

CUADRO 21

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA DE *E. regnans* EN ESTADO SECO

		San Antonio de Petrel, Colchagua (VI Región)		**Trafún - Valdivia (X Región)**	
Solicitación o Propiedad	**Unidad**	**Nº Probetas**	**Media**	**Nº Probetas**	**Media**
PROPIEDADES FÍSICAS Contenido de Humedad	%	49	12,3	61	12,1
Densidad Aparente	kg/cm³	49	521,6	61	501,6
Densidad Básica	kg/cm³	49	476,7	61	449,6
Densidad Anhidra	kg/cm³	49	503,5	61	475,9
FLEXIÓN ESTÁTICA Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm²	—	—	—	—
Tensión de rotura	kg/cm²	—	—	—	—
Módulo de Elasticidad	kg/cm²	—	—	—	—
FLEXIÓN DINÁMICA (TENACIDAD) Resistencia de rotura tangencial	N. cm	8	2.627	9	1.643,7
Resistencia de rotura radial	N. cm	9	2.859	7	1.410,0

Cuadro 21 / **Propiedades físico-mecánicas de la madera de *E. regnans* en estado seco.** (de la pág. anterior)

		San Antonio de Petrel, Colchagua (VI Región)		Trafún - Valdivia (X Región)	
Solicitación o Propiedad	**Unidad**	**Nº Probetas**	**Media**	**Nº Probetas**	**Media**
COMPRESIÓN PARALELA Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm²	3	363,5	3	227,0
Tensión de rotura	kg/cm²	3	477,1	3	436,4
Módulo de Elasticidad	kg/cm²	3	102,52	3	88,29
COMPRESIÓN NORMAL Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm²	3	69,0	4	65,2
Tensión de rotura	kg/cm²	3	119,9	4	128,7
CIZALLE Tensión de rotura tangencial	kg/cm²	4	106,3	6	97,0
Tensión de rotura radial	kg/cm²	4	75,8	6	77,6
CLIVAJE Tensión de rotura tangencial	kg/cm	3	64,2	3	57,8
Tensión de rotura radial	kg/cm	3	27,5	3	30,2
TRACCIÓN NORMAL Tensión de rotura tangencial	kg/cm²	—	—	3	41,5
Tensión de rotura radial	kg/cm²	—	—	3	21,3
DUREZA (JANKA) Resistencia normal	kg	4	367,5	6	335,0
Resistencia paralela	kg	4	536,2	6	516,2
EXTRACCIÓN DE CLAVO Resistencia normal	kg	3	81,0	5	82,6
Resistencia paralela	kg	3	72,3	5	76,0

Fuente: Pérez, (1982)

Según Melo (1979), la madera de ***E. regnans***, presenta valores de densidad menores a los obtenidos en su lugar de origen (0,44 g/cm³ comparado con 0,57 a 0,80 g/cm³), según un estudio realizado por el Instituto Forestal.

Prado *et al.*, (1986) señalan que ***E. regnans*** presenta dificultades en el aserrío debido a las tensiones internas de la madera siendo moderadamente susceptible al colapso, pero reacciona bien al proceso de reacondicionamiento.

Según Messina (1992), la madera de Eucalipto es muy requerida por sus características decorativas, estabilidad dimensional, resistencia, durabilidad natural y dureza. Sin embargo, estudios en Nueva Zelanda han demostrado que el tamaño del tronco tiene gran influencia en la conversión, con un rápido decrecimiento en el rendimiento cuando los diámetros son inferiores a 50 cm. Por esta razón, las prescripciones silviculturales para plantaciones orientadas a la producción de madera de calidad, tienen como objetivo lograr un DAP mínimo de 70 a 75 cm.

5.2 PRODUCCIÓN NACIONAL

Por tratarse de una especie que aún no se introduce en forma masiva en el país (sólo 600 ha), este Eucalipto no tiene un mercado definido y su producción es insignificante. Sin embargo, es posible usar como referencia la producción de ***E. globulus***.

5.3 USOS DE LA MADERA

En Australia es la principal fuente de materia prima de la industria de la celulosa y papel. Tiene fama de ser uno de los mejores Eucaliptos en rendimiento y calidad para pulpa mecánica y química (Higgins cit. por Eldridge *et al.*, 1993). Pruebas realizadas en Chile (Melo y Rojas, 1979) clasificaron a ***Eucalyptus regnans*** como de buenas aptitudes papeleras.

Tiene un amplio rango de usos debido al color claro de la madera, la liviandad y facilidad para trabajarla: madera aserrada, mueblería, ebanistería y terminaciones, chapas, tableros contrachapados (Hall *et al.*, 1963; FAO, 1979; INFOR-CORFO, 1986).

Debido a la facilidad que presenta ***E. regnans*** para absorber sales preservantes, también puede ser usada para estacas y postes impregnados (FAO cit. Prado *et al.*, 1986).

5.4 PRECIOS

Es importante destacar que no se dispone de información de mercado local de precios de trozas de ***Eucalyptus regnans***, por lo que para fines de estimar el precio a orilla de camino se empleará el método de homología, comparando la especie con el de ***E. globulus*** (de mercado conocido) en los tipos de productos más transados en el país. Previo a esta comparación se consideró la diferencia de densidades existentes entre ambas especies, la que es aproximadamente del orden de 160 kg/m^3, lo que en términos reales significa que la densidad de la madera de ***E. regnans*** es un 25 % inferior a la densidad del ***E. globulus***.

Dada la trascendencia que tiene la densidad de la madera en muchas propiedades y procesos de conversión, incluyendo el aserrío, secado, encolado y en los rendimientos en la fabricación de pulpa y papel, se asumió una relación directamente proporcional entre la densidad de la madera y los precios; en consecuencia, los precios de ***E. regnans*** sufrieron un castigo del 25 % con respecto a su homólogo.

En el Cuadro 22 se indican como referencia los precios nominales para madera dimensionada y elaborada puesta en barracas en la VIII Región.

CUADRO 22

PRECIOS DE MADERA DE *Eucalyptus regnans*

Precios en mercados locales Valor ($/m³)	**Especies**	
VIII Región	***E. globulus***	***E. regnans***
Madera dimensionada		
1992	139.945	104.959
1993	161.614	121.211
1994	164.286	123.214
Madera elaborada		
1992	151.677	113.758
1993	173.559	130.169
1994	180.776	135.592

Fuente: INFOR (1995b)

Luego, de acuerdo a la serie de precios de trozas de ***E. globulus*** (INFOR, 1996) para el mes de febrero de 1996, el precio de trozas pulpables es de $ 23.500/mr; de $ 30.800/m³ para trozas aserrables y de $ 59.950/m³ para chapas. Los precios de leña de Eucalipto en la V Región oscilan entre los $17.060 y $25.000 por tonelada.

Suponiendo un costo promedio de $ 3.600/mr para trozas pulpables y de $4.992/m³ para trozas aserrables y para chapas; y una diferencial de precios del 25 % dada la menor densidad de ***E. regnans***, los precios estimados de trozas de esta especie a orrilla de camino se indican en el Cuadro 23.

CUADRO 23

PRECIOS A ORILLA DE CAMINO

Producto	**Precio ($/m^3)**
Troza Pulpable	8.450
Troza Aserrable	18.108
Troza para Chapa	39.970

Fuente: INFOR (1995b)

6.
EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 ANTECEDENTES

En Chile se llevó a cabo un programa de introducción de especies forestales a través del Instituto Forestal (INFOR), en el cual se establecieron una serie de parcelas experimentales en la zona centro sur y sur del país. Entre las especies seleccionadas se encontraba ***E. regnans***. De ese programa se obtuvo información sobre las mejores procedencias, crecimientos y algunas consideraciones técnicas sobre la plantación (densidades, sobreviviencia, etc)

Los datos provenientes de las parcelas de introducción de especies de Eucaliptos, fueron utilizados por el Instituto Forestal para elaborar un simulador de crecimiento, única fuente de datos actualmente disponible que cubre los rangos de edades adecuados para simular el desarrollo de un rodal de Eucalipto sometido a raleos.

El modelo entrega información sobre las distintas variables de estado como diámetro cuadrático medio, arb/ha, altura, área basal, porcentaje de cobertura y volumen/ha, además de simular las respuestas a los raleos y la mortalidad del rodal (INFOR, 1995a)

6.1.1 Crecimiento esperado

Para la evaluación económica de esta especie se utilizó el índice de sitio obtenido en Leonera (VIII Región) que corresponde a 38 m de altura. El crecimiento promedio esperado obtenido a través de la simulación es de 34 m^3/ha/año. Para el cálculo de volumen de árboles individuales se utilizó la ecuación definida para ***Eucalyptus regnans*** por Hernández y Morales (1985):

V = 0,0438047 - 0,00323896 x H + O,0Q00337571 x DAP x H
r = 0,9562
V : m^3 con corteza
DAP : diámetro a la altura del pecho (cm)
H : altura total del árbol (m)

6.1.2 Rotación

El presente estudio evalúa la plantación con una rotación de 20 años, con el objetivo de producir madera aserrada, alcanzando un volumen final de 680 m^3/ha.

6.1.3 Cubicación de la especie

Para determinar el porcentaje del volumen final a cosechar que correspondería a madera aserrada, madera para pulpa y madera para leña, se aplicó a la situación obtenida al final de la rotación, la distribución diamétrica teórica propuesta por Bekhius. Sobre esta distribución se cubicó cada clase diamétrica, obteniéndose como resultado final que un 93% corresponde a madera aserrada, un 5% a madera para pulpa y un 2% a madera para leña.

Se consideró un largo de troza aserrable de 4,1 m con un diámetro límite de utilización de 20 cm; un largo de troza pulpable de 2,44 m con un diámetro límite de utilización de 15 cm.

6.2 MARCO DE EVALUACIóN

Esta evaluación económica corresponde a un análisis de los egresos e ingresos percibidos durante la rotación de la plantación de ***Eucalyptus regnans***. Los costos incluyen la inversión inicial para concretar la plantación, los costos de administración, los de manejo, de mantención y cosecha. Los ingresos corresponden a la venta de los diversos productos de la plantación a lo largo de la rotación.
La evaluación consideró 3 escenarios:

- Escenario I: costos bajos de establecimiento, manejo y administración, y precios altos de los productos;
- Escenario II: costos y precios probables; y
- Escenario III: costos altos de establecimiento, manejo y administración, y precios bajos de los productos.

Estos mismos escenarios se evaluaron con bonificación forestal y sin ella, con el objetivo de abarcar un amplio rango de oportunidades en los que se puede situar el inversionista. La bonificación forestal reembolsa el 75 % de los costos de establecimiento estimados por CONAF, administración y de las 2 primeras podas.

Como indicador de rentabilidad se utilizó el VES (valor económico del suelo) que corresponde al valor actual de los beneficios netos de todas las futuras rotaciones del bosque planificadas sobre dicho terreno, bajo un determinado esquema de manejo (Chacón, 1995). Se eligió este indicador que permite comparar económicamente diferentes cultivos forestales, a distintas edades de rotación.

Este modelo se define de la siguiente forma:

$$VES = \frac{V(R) + \sum IN_t (1+i)^{R-1} - C}{(1+i)^R - 1} - C - \frac{a}{i}$$

donde:

R	:	Edad de rotación
i	:	Tasa de actualización
V(R)	:	Valor de la madera en pie a edad R($/ha)
IN_t	:	Ingresos netos al año t ($/ha)
C	:	Costos de establecimiento ($/ha)
a	:	Costo anual de administración ($/ha/año)

El VES se interpreta como el precio máximo a pagar por el suelo. Si el VES para el proyecto resulta mayor que el valor comercial del terreno, entonces conviene ejecutar el proyecto. En caso contrario, si el VES del proyecto, resulta menor que el valor comercial, se estima inconveniente el proyecto.

Se consideraron 3 tasas de actualización; 6, 8 y 10% las que se determinaron según el tipo de inversionista: grandes, medianos y pequeños, respectivamente.

La evaluación económica realizada corresponde a un análisis de los costos e ingresos percibidos durante la rotación de la plantación de ***Eucalyptus regnans***. Los costos incluyen la inversión inicial para concretar la plantación, los costos de administración, de manejo, de mantención y de cosecha. Los ingresos corresponden a la venta de los diversos productos de la plantación a lo largo de la rotación.

6.3 ANTECEDENTES BÁSICOS

6.3.1 Indicadores económicos

Los valores utilizados se expresan en pesos ($) chilenos, actualizados al 15 de Noviembre de 1995, fecha en que regían los siguientes valores referenciales:

Unidad de Fomento (UF) :$ 12.394,7
Dólar observado (US$) :$ 405,76

6.3.2 Valor de la jornada de trabajo

Los criterios para determinar el valor de la jornada de trabajo para los distintos escenarios evaluados fue el siguiente:

- Escenario I:
  El costo de la mano de obra equivale al salario mínimo legal, cuyo valor alcanza los $ 58.900 mensuales correspondientes a 24 jornadas.

- Escenario II:
  El costo de la mano de obra corresponde al salario moda pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

- Escenario III:
  El costo de la mano de obra equivale al salario máximo pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

De acuerdo a los tres escenarios se consideraron los siguientes costos de mano obra por jornada según escenario:

CUADRO 24
VALOR BRUTO DE LA JORNADA DE TRABAJO

Escenario I	Escenario II	Escenario III
(Costo Bajo)	(Costo Medio)	(Costo Alto)
$2.454	$3.681	$4.908

6.4 COSTOS DIRECTOS

6.4.1 Costos de establecimiento de una plantación de *Eucalyptus regnans*

Se propone una densidad de plantación de 1.300 plantas/ha (2,7 x 2,7 m), con plantas tipo 1:0 a raíz cubierta.

Los costos de establecimiento incluye: reducción de desechos, preparación de suelos, plantación, insumos tales como plantas de vivero, fertilizantes, control de lagomorfos y roedores, control de malezas y materiales de cerco. Estos se encuentran detallados en el Anexo III.

6.4.2 Costos de manejo

Se considera la mano de obra contratada para realizar el desbroce, podas y raleos (Anexo III).

6.4.3 Costos de cosecha

Incluye las faenas de volteo y madereo de los árboles al final de la rotación, así como los campamentos necesarios para dichas faenas. También incluye la construcción de caminos realizados en años anteriores al 1er raleo comercial (Anexo III).

6.4.4 Costos de administración

Para evaluar el presente proyecto se supuso que se destinan 4 jor/ha/año en lo referente a la administración de estas plantaciones. El valor de la jornada se consideró según lo estipulado para cada uno de los escenarios mencionados anteriormente. Este costo de administración se refiere a las siguientes actividades:

- labores menores en la plantación
- supervisión

Se incluye además seguro contra incendios, daño por viento, desastres naturales y heladas, cuyo valor fue fijado en $3.246 anuales/ha a partir del año 0 hasta el final de la rotación. Este valor proviene de la tasa promedio que pagan las empresas forestales por este concepto. El hecho de utilizar la tasa empleada por las empresas se debe a que las compañías de seguro fijan primas muy altas a pequeños propietarios e incluso existen algunas compañías que definitivamente no cubren siniestros en este tipo de propiedades (Anexo III).

6.4.5 Costos de mantención

Incluye la mantención de los cortafuegos a partir del 2° año hasta el año 18, realizándose esta actividad cada 2 años (Anexo III).

6.4.6 Costos de protección forestal

El análisis considera 3 aspectos: protección, control y combate de incendios, guardería, control de plagas y enfermedades. Los 2 primeros son considerados como costos anuales (Anexo III).

6.5 DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LOS PRODUCTOS

Actualmente la madera de ***Eucalyptus regnans*** no se comercializa en el mercado nacional, por lo que se optó tomar como referencia los precios de ***E. globulus*** para efectos de esta evaluación económica. Los precios utilizados para ***E. globulus*** son registrados anualmente por INFOR y corresponden a lo ilustrado en el Cuadro 25.

CUADRO 25

PRECIOS DE PRODUCTOS A ORILLA DE CAMINO

Productos	Precios ($/m³)		
	Mínimo	Normal	Máximo
Troza pulpable	7.605	8.450	9.295
Troza aserrable	16.297	18.108	19.918

Fuente: INFOR (1995b)

6.6 ESQUEMA DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO

Se basa en el esquema de manejo propuesto Poynton (1981), para la producción de madera aserrada de amplia utilización en Sudáfrica. Este considera una intervención bastante intensa y temprana, a los 3 a 5 años, dependiendo del sitio.

La situación evaluada para los escenarios planteados es la siguiente:

Sitio : IMA 34 m^3/ha/año
Tipo de manejo : intensivo
Objetivo : madera aserrable y pulpable

Eull: Escenario I, costos bajos-precios altos
Eul2: Escenario II, costos probables - precios probables
Eul3: Escenario III, costos altos-precios bajos

Los distintos esquemas de manejo para los 3 escenarios se detallan en los Cuadros 26, 27 y 28.

CUADRO 26

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Eucalyptus regnans* EN LEONERA (Escenario I)

Edad (años)	Nº árb/ha residual	Altura (m)	Volumen a extraer (m^3/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.333			Roce	Liviano
				Cortafuego	Ancho 4 m
				Plantación	Plantas a raíz cubierta
				Control de malezas Post-plantación	Control puntual. Roundup (4 l/ha) y simazina (5 l/ha)
				Fertilización	300 gr/árb (N,P,K, oligoelementos y quelatos) puntual alrededor del vástago (15 cm)
1				Fertilización	300 a 400 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
5	750	10,1	10	Raleo a desecho	
				Primera Poda	A los 5 m de altura a los 600 mejores árboles
				Fertilización	600 gr/árb (N,P,K, oligoelementos y quelatos)
9	500	18,8	11	Primer raleo comercial	
				Segunda Poda	Al 50% de la altura total
				Fertilización	600 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
13	300	26,6	35	Segundo raleo comercial	
				Tercera poda	Al 50% de la altura total
				Fertilización	600 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
20		38,1	624	Cosecha	Considera campamentos, volteo y madereo con Skidder

CUADRO 27

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Eucalyptus regnans* EN LEONERA (Escenario II)

Edad (años)	N° árb/ha residual	Altura (m)	Volumen a extraer (m^3/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.333			Roce	Liviano
				Reducción de desechos	Trituración de desechos
				Cortafuego	Ancho 4 m
				Plantación	Plantas a raíz cubierta
				Control de malezas Post-plantación	Control puntual. Roundup (4 l/ha) y simazina (5 l/ha)
				Fertilización	300 gr/árb (N,P,K, oligoelementos y quelatos) puntual alrededor del vástago (15 cm)
1				Fertilización	300 a 400 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
5	750	10,1	10	Raleo a desecho	
				Primera Poda	A los 5 m de altura a los 600 mejores árboles
				Fertilización	600 gr/árb (N,P,K, oligoelementos y quelatos)
9	500	18,8	11	Primer raleo comercial	
				Segunda Poda	Al 50% de la altura total
				Fertilización	600 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
13	300	26,6	35	Segundo raleo comercial	
				Tercera poda	Al 50% de la altura total
				Fertilización	600 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
20		38,1	624	Cosecha	Considera campamentos, volteo y madereo con Skidder

CUADRO 28

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Eucalyptus regnans* EN LEONERA (Escenario III)

Edad (años)	N° árb/ha residual	Altura (m)	Volumen a extraer (m^3/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.333			Roce	Mediano
				Reducción de desechos	Ordenamiento en fajas
				Cortafuego	Ancho 4 m
				Control de malezas Pre-plantación	Control total aéreo, Roundup (11 l/ha)
				Plantación	Plantas a raíz cubierta
				Fertilización	300 gr/árb (N,P,K, oligoelementos y quelatos) puntual alrededor del vástago (15 cm)
				Control de malezas Post-plantación	Control puntual. Roundup (4 l/ha) y simazina (5 l/ha)
1				Desbroce	Manual con rendimiento mediano
				Fertilización	300 a 400 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
5	750	10,1	10	Raleo a desecho	
				Primera Poda	A los 5 m de altura a los 600 mejores árboles
				Fertilización	600 gr/árb (N,P,K, oligoelementos y quelatos)
9	500	18,8	11	Primer raleo comercial	
				Segunda Poda	Al 50% de la altura total
				Fertilización	600 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
13	300	26,6	35	Segundo raleo comercial	
				Tercera poda	Al 50% de la altura total
				Fertilización	600 gr/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
20		38,1	624	Cosecha	Considera campamentos, volteo y madereo con torre

6.7 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Sobre la base de los antecedentes anteriormente señalados, se procedió a evaluar económicamente la especie bajo el esquema de manejo propuesto.

Los resultados de la evaluación están resumidos en el Cuadro 29, para los distintos escenarios planteados, con y sin bonificación estatal.

CUADRO 29
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA
***Eucalyptus regnans* (M$/ha)**

Escenario	IMA 34 (m^3/ha/año)		
	10%	8%	6%
Sin Bonificación			
Costos bajos y precios altos	1.159	1.913	3.037
Costos y precios probables	625	1.257	2.207
Costos altos y precios bajos	-51	449	1.208
Con Bonificación			
Costos bajos y precios altos	1.355	2.113	3.242
Costos y precios probables	821	1.457	2.412
Costos altos y precios bajos	146	651	1.415

El análisis realizado a las plantaciones de ***E. regnans*** arrojó resultados positivos en casi todas las situaciones planteadas, bajo el supuesto de un incremento volumétrico anual de 34 m^3/ha/año, por lo que se recomienda plantarlo en sitios de buena calidad. Con ello se asegura la obtención de un volumen interesante a cosechar para obtener madera aserrada.

6.8 CONCLUSIONES

Las plantaciones de ***Eucalyptus regnans*** muestran una rentabilidad muy interesante en esta evaluación preliminar basada en los ensayos de introducción de especies de INFOR. Si bien la superficie de estos ensayos es pequeña como para usarlos como base para la proyección de crecimientos y rendimientos, dan una clara tendencia del comportamiento de la especie en Chile.

Los crecimientos encontrados en los ensayos alcanzan hasta los 40 m^3/ha/año y más en la zona de Arauco, valores que no se alejan de los rendimientos de la especie en otros países.

Presenta además variados usos y un rápido crecimiento, por lo cual es una especie con un gran potencial futuro para plantaciones.

7.
OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE *Eucalyptus regnans*, VIII - X REGIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se sintetiza el trabajo realizado para identificar las zonas potenciales de establecimiento de ***Eucalyptus regnans*** F. Muell. en Chile, en el marco del proyecto "Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional".

Para determinar las zonas potenciales de plantación de una especie, desde un punto de vista edáfico y climático, es necesario conocer sus requerimientos, limitantes al crecimiento y las características de la zona en estudio, principalmente precipitación, humedad relativa, evapotranspiración potencial, temperaturas, drenaje, textura, profundidad y otras que puedan tener un especial interés; en resumen aquellas que identifican la zona.

Una vez determinadas ambas variables se procedió al análisis de ellas con la asistencia de un Sistema de Información Geográfica y Bases de Datos Relacionales, donde se manejaron y estudiaron los factores, con el objetivo de identificar las zonas en que las condiciones son favorables para la especie.

Para la obtención de las características del área de estudio se consultó literatura de suelos, zonificaciones climáticas y antecedentes topográficos; la escala utilizada es variable aunque predomina 1: 250.000 y 1:500.000. En la identificación de sus requerimientos se consultó bibliografía tanto nacional como extranjera, para realizar una caracterización completa de la especie. Finalmente se representaron gráficamente los resultados de los análisis a escala 1:1.000.000.

7.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA *EUCALYPTUS REGNANS.*

Se han estimado las superficies totales potenciales por región aptas para la introducción de ***Eucalyptus regnans***, las que se indican en el Cuadro 31. Se debe hacer la salvedad que estas zonas no han sido corregidas por restricciones como uso de la tierra, capacidad de uso del suelo, áreas silvestres protegidas, bosque nativo e infraestructura, entre otras, lo que unido a la escala de trabajo sólo permite obtener superficies indicativas de su distribución potencial sobre la base a clima y suelo, por lo que los datos *no se pueden traducir en superficie útil para plantación.* Un estudio que incluya las restricciones mencionadas y una escala superior de análisis, sin duda proporcionará información de mayor precisión.

CUADRO 31
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA *Eucalyptus regnans*

Región	Área Potencial (ha)	Porcentaje Potencial
VIII Región del Bío- Bío	1.853.334	39,61
IX Región de La Araucanía	1.195.281	25,54
X Región de Los Lagos	1.631.043	34,85
TOTAL	4.679.658	100,00

7.3 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE *EUCALYPTUS REGNANS*, VIII - X REGIÓN

7.3.1 Zona de estudio

La zona de estudio para ***Eucalyptus regnans*** se extiende desde la VIII a la X Región, en concordancia con Jayawickrama *et al.*, (1993), quienes indican como zona recomendada, gran parte de la VIII y IX Regiones, y el norte de la X Región. Además INFOR-CORFO (1986) señala que la zona centro sur del país presenta áreas altamente favorables para el desarrollo de la especie y, siendo sus mejores desarrollos en la zona costera de la VIII Región, además recomienda la plantación de ***Eucalyptus regnans*** desde el río Itata (VIII Región) a Valdivia (X Región) por la zona costera.

La VI y VII Regiones se excluyen del presente análisis, debido a que en la VI Región, no se han encontrado lugares que presenten aptitud para su crecimiento, no existiendo puntos a la escala de trabajo utilizada en los que las limitantes en conjunto cumplan con los requerimientos de la especie; en la VII Región existen otras especies del género *Eucalyptus* que se adaptan mejor a las condiciones de ésta, según Prado (1988), sobre la base de mediciones de ensayos realizados en la VII Región a 25 km. de Constitución, indica que ***Eucalyptus nitens*** presenta un mejor desarrollo.

7.3.2 Información general utilizada

Para determinar las zonas potenciales de establecimiento de ***Eucalyptus regnans*** u otra especie, desde un punto de vista edáfico y climático, es necesario conocer y hacer coincidir geográficamente dos tipos de características: las de la zona en estudio y las de la especie.

Para la obtención de las características del área de estudio se consultó literatura y cartografía que varía en origen y en escala. En la recopilación de los antecedentes climáticos se utilizaron principalmente dos fuentes de información el "Atlas Agroclimático de Chile de las regiones sexta, séptima, octava y novena" (Santibañez y Uribe, 1993) y el "Mapa Agroclimático de Chile" (Novoa S. A., R.; Villaseca C. S., Editores, 1989).

En la obtención de la información de suelos de la zona de estudio se utilizó principalmente el "Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre las provincias de Aconcagua y Chiloé" (Ministerio de Agricultura; ODEPA; SAG; INIA; IREN, 1968), el que se complementó con variadas fuentes que entregaron información más detallada o cubrieron zonas que el citado plan no consideró.

7.3.3 Información específica utilizada

Para la determinación de las principales limitantes de crecimiento de ***Eucalyptus regnans***, se realizó una colección de información desde la bibliografía disponible, determinándose aquellos parámetros críticos para el establecimiento de esta especie.

7.3.4 Requerimientos ecológicos de *Eucalyptus regnans*

A continuación se detallarán las propiedades fundamentales que el sitio debe tener para un buen crecimiento, sin consideraciones de tipo económicas y la metodología empleada en la obtención de dichas características o limitantes.

7.3.4.1 Temperatura mínima absoluta mensual

De acuerdo a Eldridge *et al.* (1993) y Rook *et al.* (1980), citado por INFOR-CORFO (1986), la temperatura mínima absoluta debe ser mayor a -7,0°C. Prado (1979) afirma que puede soportar hasta -9,0°C. Además Droguett (1991) señala que tolera temperaturas mínimas absolutas entre -7,0°C y -8,0°C. Por otro lado De La Lama (1976), señala mínimas absolutas de hasta -7,2°C, y sólo ocasional y circunstancialmente -9,0°C.

En atención a la literatura mencionada se consideró una Temperatura Mínima Absoluta Mensual igual o superior a -7°C, por ser la más coincidente entre los diferentes autores. En el caso de la X Región, el parámetro no se encuentra disponible por lo que no se utilizó para el análisis en esta zona.

7.3.4.2 Temperatura media anual

Según Eldridge *et al.*, (1993), la temperatura media anual oscila entre los 10,0 °C y 20,0 °C. Metro (1956); Webb *et al.*, (1980) y Jacobs (1981), todos citados por Hernández y Morales (1985) indican una temperatura media anual de entre 10,0 °C y 12,0°C. Por su lado De La Lama (1976) indica un rango de entre 7,2 °C y 15,5 °C.

En consideración a la literatura anterior el rango que se utilizó como limitante para este parámetro fue de 10,0 °C a 20,0 °C.

7.3.4.3 Precipitación anual

Los rangos pluviométricos varían entre 700 mm y 2.000 mm como precipitación media anual, de acuerdo a Hall *et al.*, (1963) y FAO (1979). Por otro lado Metro (1956), Webb *et al.*, (1980) y Jacobs (1981), citados por Hernández y Morales (1985), indican que el rango de precipitación media anual varía entre 750 mm y 1.650 mm. Además Griffin *et al.*, (1982), señalan que ***Eucalyptus regnans*** requiere al menos de 1.000 mm de precipitación anual distribuida a lo largo de todo el año. De La Lama (1976) señala entre 635 mm y 1.016 mm de precipitación anual, distribuidos entre 125 a 200 días.

De acuerdo a lo que indica la literatura se consideró una Precipitación Anual entre 700 mm y 2.000 mm.

7.3.4.4 Meses secos

Según Eldridge *et al.*, (1993), los meses secos pueden ser de hasta cinco meses consecutivos. Entendiendo por mes seco, aquel cuya precipitación media mensual es inferior a 40 mm. Se debe destacar que FAO (1979), señala que la época seca no debe ser severa. Además Metro (1956), De La Lama (1976), Webb *et al.*, (1980), Jacobs (1981) y Menzies *et al.*, (1981) todos citados por Hernández y Morales (1985), mencionan que ***Eucalyptus regnans*** en su país de origen, Australia, presenta una moderada resistencia a la sequía.

Para este parámetro se consideraron hasta 5 meses secos consecutivos al año, entendiéndose por mes seco, aquel cuya precipitación mensual es inferior a 40 mm.

7.3.4.5 Textura del suelo

La especie puede crecer en variados tipos de suelos, pero alcanza su mejor desarrollo en suelos francos; en Chile, en suelos volcánicos de texturas gruesas o en suelos de ñadis no crece (INFOR-CORFO, 1986).

Por otro lado Metro (1956), Webb *et al.*, (1980) y Jacobs (1981), citados por Hernández y Morales (1985), señalan que en su hábitat natural, crece en suelos con textura media a pesada. De La Lama (1976) indica que crece en suelos areno-arcillosos, con subsuelos arcilloso húmedo.

En el análisis de las zonas potenciales se consideraron aquellos suelos con texturas moderadamente livianas a pesadas. En el Cuadro 32, se especifica la clasificación textural utilizada.

CUADRO 32

CLASIFICACIÓN TEXTURAL

Textura	Clasificación
Franco arenosa; franco arenosa fina	Moderadamente liviana
Franco limosa; Franca, Franco arenosa muy fina	Media
Franco arcillo arenosa; Franco arcillo limosa; Franco arcillosa	Moderadamente pesada
Arcillosa	Pesada

Fuente: Adaptado de Peralta (1976)

7.3.4.6 Profundidad del suelo

Eucalyptus regnans crece mejor en suelos profundos, (INFOR-CORFO, 1986; De La Lama, 1976; Eldridge *et al.*, 1993; Hall *et al.*, 1963). De hecho en Victoria se desarrolla en suelos fértiles y profundos (Griffin *et al.*, 1982).

La condición usada en los análisis corresponde a suelos profundos (desde 80 cm), ya que todos los autores anteriormente mencionados coinciden en ello.

7.3.4.7 Drenaje del suelo

Alcanza su mejor desarrollo en suelos con buen drenaje (INFOR-CORFO, 1986; Eldridge *et al.*, 1993). Según Barros y Rojas (1980) no soporta suelos inundados y con mal drenaje. Los mejores crecimientos se obtienen en suelos húmedos pero no saturados. (Hall *et al.*, 1963).

Además se determinó el drenaje de aquellos lugares en los que se conoce la presencia de ***Eucalyptus regnans*** en Chile (Anexo V), siendo lugares con drenaje bueno y moderado.

En consecuencia en el análisis de las zonas potenciales, se incluyeron todos aquellos suelos que presentan drenaje bueno o moderado.

7.3.4.8 Altitud

Hall *et al.*, (1963) y FAO (1979), indican que en su distribución natural las altitudes más bajas a las cuales se encuentra la especie son: en Victoria a 152 msnm y en Tasmania a 305 msnm; las altitudes mayores de distribución en Victoria alcanzan los 915 msnm y en Tasmania los 610 msnm. Por otro lado Metro (1956), Webb *et al.*, (1980) y Jacobs (1981), citados por Hernández y Morales (1985), señalan que ***Eucalyptus regnans***, en su hábitat natural, presenta un rango altitudinal entre 0 y 900 msnm.

En consideración a la literatura citada se consideró un rango de altitud entre 0 y 900 msnm.

7.4 ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE *Eucalyptus regnans*, VIII - X REGIÓN

7.4.1 Área potencial para *Eucalyptus regnans* en la VIII Región del Bío-Bío

Luego de identificadas cada una de las limitantes que caracterizan el establecimiento de ***Eucalyptus regnans*** y sus áreas de distribución, se generaron las zonas de la región que cumplen con todas las características necesarias para el desarrollo de la especie.

La VIII Región presenta un 50,00% de su superficie potencialmente apta para la plantación de ***Eucalyptus regnans***. La distribución de las zonas apropiadas es en la costa y valle central, en el cual se elimina prácticamente toda la zona entre Chillán y Los Angeles. Además se excluye un área de la Cordillera de Nahuelbuta correspondiente a la zona interior de la provincia de Arauco (Anexo V).

Del análisis de las limitantes y su influencia en la zona potencial para plantación con ***Eucalyptus regnans*** en la VIII Región, se concluye que los parámetros más restrictivos en cuanto a área corresponden a *Temperatura mínima absoluta mensual* y *Drenaje del suelo.*

En el Cuadro 33, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 33

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA VIII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Temperatura mínima absoluta mensual	63,96	La zona favorable se ubica en toda la costa y en parte del valle central, eliminándose en éste prácticamente toda la zona entre Chillán y Los Angeles y otras áreas pequeñas ubicadas en el área sudeste del valle central cercanas a la precordillera	La temperatura mínima absoluta mensual es medianamente restrictiva para el establecimiento de la especie en la VIII Región
Drenaje del suelo	69,69	Las zonas favorables corresponden a la costa y valle central, eliminándose en éste varios sectores entre Chillán y Los Angeles	El drenaje del suelo es medianamente restrictivo para el establecimiento de *Eucalyptus regnans* en la región
Precipitación anual	72,00	El área no apta abarca la precordillera andina y toda la Cordillera de Nahuelbuta	La precipitación anual es muy poco restrictiva para el establecimiento de la especie

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Profundidad del suelo	73,03	La zona que cumple la restricción se ubica en la costa y valle central, en éste se excluye parte del norte y oeste de Chillán, así como el oeste de los Angeles	La profundidad del suelo es poco restrictiva para el establecimiento de *Eucalyptus regnans* en la VIII Región
Altitud	75,84	La zona apta se ubica en todo el valle central y la costa	La altitud es poco restrictiva para el establecimiento de la especie
Temperatura media anual	78,42	Se excluye la Cordillera de los Andes	Este parámetro es poco restrictivo
Textura del suelo	90,41	Se excluyen áreas en el valle central principalmente entre Chillán y Los Angeles y pequeñas porciones a lo largo de la costa.	La textura del suelo no constituye un impedimento importante para el cultivo de la especie
Meses secos	98,12	La zona favorable abarca casi la totalidad de la región, sólo se elimina una pequeña área costera al noroeste de Chillán	Se concluye que la variable meses secos no es limitante para el establecimiento de *Eucalyptus regnans*
Área potencial total para Eucalyptus regnans	50,00	La distribución de las zonas apropiadas es en la costa y valle central, en el cual se elimina prácticamente toda la zona entre Chillán y Los Angeles. Además se excluye un área de la Cordillera de Nahuelbuta correspondiente a la zona interior de la provincia de Arauco	

7.4.2 Área potencial para *Eucalyptus regnans* en la IX Región de La Araucanía

Una vez realizados los análisis en la IX Región y conjugar las necesidades de la especie con las características del terreno se obtuvo que la IX Región presenta 37,57% del área regional, que es potencialmente apta para la plantación de ***Eucalyptus regnans***. La distribución de las zonas apropiadas es en sectores de la costa y valle central desde Angol hasta el río Toltén; eliminándose parte de la Cordillera de Nahuelbuta correspondiente al oeste de la comuna de Angol, variadas zonas entre Victoria y Temuco y toda la zona precordillerana y Cordillera de los Andes (Anexo V).El parámetro más restrictivos en la región corresponde a *Precipitación anual.*

En el Cuadro 34, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 34

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE

SEGÚN LIMITANTE EN LA IX REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Precipitación anual	48,09	La zona no favorable se distribuye en parte de la Cordillera de Nahuelbuta, por el valle central la zona sur del río Toltén, además de la precordillera y Cordillera de los Andes, excepto una pequeña área	La precipitación anual es altamente restrictiva para el establecimiento de la especie
Temperatura mínima absoluta mensual	64,66	La zona favorable se ubica en la costa y valle central, eliminándose algunas zonas entre Angol y Temuco, además de la precordillera y Cordillera de los Andes	Temperatura mínima absoluta mensual es medianamente restrictiva para el establecimiento de la especie en la IX Región
Drenaje del suelo	66,44	Las zonas favorables corresponden a los sectores de la costa y en el valle central, eliminándose en éste un área hacia el oeste entre Victoria y Temuco	El drenaje del suelo es medianamente restrictivo para el establecimiento de *Eucalyptus regnans* en la región
Profundidad del suelo	69,09	La zona que cumple la restricción se ubica en algunas áreas de la costa y en el valle central. Se excluyen la precordillera y Cordillera de los Andes	La profundidad del suelo un parámetro medianamente restrictivo para el establecimiento de *Eucalyptus regnans* en la IX Región
Altitud	73,48	La zona apta se distribuye en toda la costa y valle central	La altitud no constituye una limitante de importancia para la especie en la IX Región
Temperatura media anual	73,81	El área apta abarca toda la costa y el valle central, además de una pequeña zona de la Cordillera de los Andes	Este parámentro es poco restrictivo para la introducción de *Eucalyptus regnans* en la IX Región
Textura del suelo	98,67	Se excluyen áreas al sur de Angol y porciones en la costa	Este parámetro no constituye un impedimento para *Eucalyptus regnans*
Meses secos	100	Toda la región es apta	Los meses secos no son una limitante para el establecimiento de *Eucalyptus regnans*
Área potencial total para *Eucalyptus regnans*	37,57	La distribución de las zonas apropiadas es en sectores de la costa y valle central desde Angol hasta el río de Toltén; eliminándose parte de la Cordillera de Nahuelbuta correspondiente al oeste de la comuna de Angol, variadas zonas entre Victoria y Temuco y toda la zona precordillerana y Cordillera de los Andes	

7.4.3 Área potencial para *Eucalyptus regnans* en la X Región de Los Lagos

Individualizadas las limitantes que caracterizan el establecimiento de ***Eucalyptus regnans*** y sus áreas de distribución, se generaron las zonas de la X Región que cumplen con todas las características necesarias para el desarrollo de la especie, las que abarcan un 24,76% de la superficie regional. La distribución de las zonas apropiadas es en toda la costa desde Valdivia al Canal de Chacao, y valle central desde Valdivia a Osorno, además de pequeñas áreas que rodean a los principales lagos de la región; en la Isla Grande de Chiloé, es apta la zona al noreste de Castro (Anexo V).

Las limitantes que menor superficie aportan a la zona potencial para ***Eucalyptus regnans*** en la X Región, son *Drenaje del Suelo*, *Profundidad del suelo* y *Temperatura media anual.*

En el Cuadro 35, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 35

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA X REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Drenaje del suelo	37,47	Las zonas favorables corresponden a la costa y valle central, excepto una franja que comienza al este de Osorno y termina en el Canal de Chacao al sudoeste de Puerto Montt; algunos sectores en el noreste de la Isla Grande de Chiloé.	El drenaje del suelo es altamente restrictivo para el establecimiento de *Eucalyptus regnans* en la región
Profundidad del suelo	37,71	La zona que cumple la restricción se ubica en la costa y en el valle central, excepto una franja que comienza al este de Osorno y termina en el Canal de Chacao al sudoeste de Puerto Montt; en algunos sectores en el noreste de la Isla Grande de Chiloé.	La profundidad del suelo es un parámetro altamente restrictivo para el establecimiento de *Eucalyptus regnans* en la X Región.
Temperatura media anual	54,99	La zona favorable se distribuye en toda la costa y valle central, en la zona este de la Isla Grande de Chiloé; y en pequeñas áreas de la provincia de Palena	Este parámetro es altamente restrictivo para la introducción de *Eucalyptus regnans* en la X Región
Precipitación anual	65,21	El área apta para la especie se distribuye en la costa y valle central entre Valdivia y el Canal de Chacao, además al norte y al este de la Isla Grande de Chiloé, algunos lugares en la provincia de Palena y en pequeñas porciones de la Cordillera de los Andes	La variable precipitación anual es medianamente restrictiva para el establecimiento de la especie

Cuadro 35 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE EN LA X REGIÓN *(continuación)*			
Limitante	**Porcentaje aproximado**	**Distribución**	**Clasificación**
Meses secos	72,38	La ubicación de la zona conveniente es la costa, valle central y parte de la precordillera hasta el seno de Reloncaví; en toda la Isla Grande de Chiloé; y en algunos sectores de la provincia de Palena	La variable meses secos es poco restrictiva para el establecimiento de *Eucalyptus regnans*
Altitud	80,13	La zona apta se ubica en la costa, valle central y parte de la precordillera hasta el seno Reloncaví; en toda la Isla Grande de Chiloé; y en algunos sectores de la provincia de Palena	La altitud no constituye una limitante de importancia para el establecimiento de la especie en la X Región
Textura del suelo	89,78	Se excluye un área al norte del lago Llanquihue; de la misma forma se descarta el oeste de la Isla de Chiloé y desde Castro al sur	La textura del suelo es muy poco restrictiva para el establecimiento de *Eucalyptus regnans* en la X Región
Área potencial total para *Eucalyptus regnans*	24,76	La distribución de las zonas apropiadas es en toda la costa desde Valdivia al Canal de Chacao, y valle central desde Valdivia a Osorno, además de pequeñas áreas que rodean a los principales lagos de la región; en la Isla Grande de Chiloé, es apta la zona al noreste de Castro	

BIBLIOGRAFíA

AGUIRRE A., J. J.; ARCE J., P. 1988. Algunos resultados sobre propagación vegetativa de especies de *Eucalyptus* en Chile. En: Simposio Manejo Silvícola del *Eucalyptus*. Viña del Mar, Chile.

ASHTON, D. H.1975. Studies of flowering behaviour in ***Eucalyptus regnans*** F. Muell.. Aust. J.Bot. 23:399-411.

ATTIWILL, P. M. 1994. Ecological disturbance and the conservative management of eucalypt forest in Australia. Forest Ecology and Management 63: 301-346.

BALNEAVES, J. M. FREDERIC, B. J.; HILLS, D. M.; BRYANT, M. A. 1985. The influence of seedling density on 0/1 ***Eucalyptus regnans*** seedling characteristics and their subsequent growth (FRI Nursery - Rangiora. New Zealand Journal of Forestry) Vol 30 (2).

BARROS A., S.; BARROS R., D. 1980. Resultados preliminares de introducción de especies forestales en la Cordillera de la Costa - X Región. Informe Técnico N°88, INFOR-CORFO. 36 p.

BARROS A., S.; ROJAS V., P. 1979. Crecimiento de algunas especies de los géneros ***Cupressus, Eucalyptus*** y *Pinus* en la costa de la región del Maule - VII Región. Informe Técnico N° 86, INFOR-CORFO. 20 p.

BARROS A., S.; ROJAS V., P. 1980. Crecimiento de especies de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*. Secano costero - VI Región. Informe Técnico N° 93. INFOR-CORFO. 27 p.

BARROS, S.; ROJAS, P. 1982. La productividad de sitio según diferentes especies y procedencias. Actas. Reunión de trabajo. Evaluación de la productividad de sitios forestales. Valdivia, Chile, U. Austral de Chile. Fac. Cs. Forestales. p.168-187.

BARROS, S.; ROJAS, P. 1987. Perspectivas silviculturales de diferentes especies del género *Eucalyptus* en Chile. INFOR-CORFO.

BARROS, S. 1989. Semillas y producción de plantas. En: Eucalyptus, principios de silvicultura y manejo. INFOR-CORFO. 199 p.

BEEKHUIS, J. 1966. Prediction of yield and increment in Pinus radiata Stands in New Zealand. Tecnical Papers Forest Research, Institute New Zealand Forest Service 49. 40 p.

BROOKER, M. Y. H., KLEINIG, D. A. 1993. Yield guide to Eucalyptus. Vol. 1. Inkata Press. Melbourne y Sydney. 299 p.

COGOLLOR, G. 1986. ***Phoracantha semipunctata*** en plantaciones de ***Eucalyptus spp.*** Revisión bibliográfica. Santiago, Chile. CONAF/PNUD/FAO. 43 p. Documento de trabajo n° 06.

CORREA, G. 1991. Distribución de elementos nutritivos en el follaje de ***Eucalyptus regnans*** F. Muell y ***Eucalyptus delegantesis.*** R.T. Baker en un sitio de la provincia de Valdivia. Tesis Ing. Forestal. Fac. Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile, 63 p.

COTTERILL, P.; MORAN, G.; GRIGG, B. 1985. Early growth of 36 species of *Eucalyptus* near Mount Gambier, South Australia. Australian Forest Research. 15(4): 409-416.

CREMER, K. W. 1971. Silvicultural practices adapted to seed supplies for natural regeneration of Mountain Ash (***Eucalyptus regnans***) in Tasmania. Austr. For. 35(4): 226-233

CHACÓN, 1. 1995. Decisiones económico financieras en el manejo forestal. Universidad de Talca, Chile. 248 p.

DE LA LAMA G., G. 1976. Atlas del Eucalipto. Tomo II. Ministerio de Agricultura. INIA. ICONA. Madrid, España.

DROGUET, M. 1991. Estudio nutricional de plantas de tres especies de *Eucalyptus* producidas en condiciones de vivero permanente en Valdivia, Décima Región, Chile. Tesis Ing. For., Fac. de Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile. 55 p.

ELDRIDGE, K. and GRIFFIN, A. 1983. Selfing effects in ***Eucalyptus regnans***. Silvae Genetica 32 (5/6): 216-221. 26 ref.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARWOOD VAN WYK, G. 1993. *Eucalyptus* domestication and breeding. Clarendon Press. Oxford. 288 pp.

ELLIOT, H.; BASHFORD, R.; GREENER, A. 1993. Effects of defoliation by leaf beetle, ***Chrysophtharta bimiculata***, on growth of ***Eucalyptus regnans*** plantations in Tasmania. Australian Forestry n° 56:1, 22-26. 7 ref.

FAGG, P. C. 1988. Weed control techniques for the establishment of ***Eucalyptus regnans*** plantations on pasture sites. Australian Forestry 51(1): 28-38.

FAO. 1979. ***Eucalypts*** for planting. FAO Forestry Series n°11. Roma. 677 pp.

FREDERICK, D. W.; MADGWICK, H. A. I.; JUNGERSEN, M. F. and OLIVER, G. R. 1985. Dry matter content and nutrient distribution in a age series of Eucalyptus regnans plantation in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science 15: 158-179.

GLASS, B. P. ; MCKENZIE, H. 1989. Decay distribution in relation to pruning and growth stress in plantation - grown ***Eucalyptus regnans*** in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science 19(2/3) :210-222.

GRIFFIN, A. 1980. Floral phenology of a stand of Mountain Ash ***Eucalyptus regnans*** F. Muell.) in Gippsland , Victoria. Australian Journal of Botany 28: 393-404.

GRIFFIN, A. and COTTERILL, P. 1988. Genetic variation in growth of outcrossed, selfed and open-pollinated progenies of ***Eucalyptus regnans*** and some implications for breeding strategy. Silvae Genetica 37 (3/4): 124-131.

GRIFFIN, A. R.; WILLIAMS, E. R.; JOHNSON, K. W. 1982. Early growth and frost hardiness of ***Eucalyptus regnans*** provenances in twelve field trials in South-east Australia. Aust. For. Res. 12:263-279.

HALL, N. ; JOHNSTON, R. D. ; MARRYATT, R. 1963. The natural occurrence of the ***Eucalypts***. Commonwealth Australia. Departament of National Development. Forestry and Timber Bureau. Canberra. 122 pp.

HARRIS, J. A.; KASSABY, F. Y.; SMITH, Y. W. 1985. Variations in mortality in families of ***Eucalyptus regnans*** caused by ***Phytophthora cinnamomi*** up to 5 years after planting. Aust. For. Res. 15:57-65.

HASLETT N., A. 1986. Properties and utilisation of exotic speciality imbers in New Zealand. Part Y: notes on timber propertíes and test methods. Forest Research Instutite, New Zealand Forest Service Private Bag, Rotorua, New Zealand.

HERNÁNDEZ, M.; MORALES, J. 1985. Evaluación de la productividad de *Eucalyptus* bajo diferentes condiciones de sitio VI a IX Región. Tesis Ing. Forestal, Facultad Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 84 p.

HIDALGO A., D. 1988. Resultados de ensayos de introducción de especies forestales, predios Niltre, Railén, Entrerríos. Provincia de Valdivia. En: Simposio Manejo Silvícola del *Eucalyptus*. Viña del Mar, Chile.

INSTITUTO FORESTAL (INFOR) .1995a. Índices de sitios preliminares para Eucalipto. Proyecto CONICYT - FONDEF. 17 p.

_____. 1995b. Antecedentes de mercado de ***Eucalyptus regnans***. Documento interno. Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio INFOR - CONAF. Valdivia, Chile.

_____. 1996. Boletín de precios forestales, n°54.

INFOR-CORFO. 1986. Especies forestales de interés económico para Chile. Santiago. 168 p.

JACOBS, M. R. 1981. El ***eucalyptus*** en la repoblación forestal. Colección FAO. Montes N° 11. FAO, Roma. 723 p.

JAYAWICKRAMA, K. J. S.; SCHLATTER V., J. E.; ESCOBAR R., R. 1993. ***Eucalypt*** plantation forestry in Chile. Australian Forestry 56(2): 179-192.

JURGENSEN, M.F.; FREDERICK, D.J.; MADGWICK, H. A. Y.; OLIVER, G. R. 1986. Soil development under **Pinus radiata** and ***Eucalyptus regnans*** plantations. New Zealand Journal of Forestry Science 16(1): 69-77.

KELLAS, J. D.; EDGAR, J. G. 1979. Effects of sowing time and container type on height growth and survival of seedlings of ***Ecalyptus regnans***. Canadian Journal of Forest Research 9: 478- 483.

KILE, G. 1974, Insect defoliation in the ***Eucalypt*** regrowth forests of southern Tasmania. Asutralian Forest Research n° 6:3, 9-18 p.9 ref.

LACEY, M. J.; LINE, M. A. 1994. Influence on soil pH on the germination and survival of ***Eucalyptus regnans*** F. Muell. in southern Tasmania. Australian Forestry 57(3):105-108.

MARRIAGE, A. 1977. Fast growing firewood. Quarterly Journal of Forestry 71 (4): 109-203.

MAZANEC Z. 1967. Mortality and diameter growth in Mountain Ash defoliated by phasmatids. Australian Forestry n° 31, 221-223 PP. 4 ref.

MELO, R. ; PAZ, J. 1979. Evaluación de recursos fibrosos en la subregión andina. Suplemento Parte II: Los Eucaliptos en Chile. Laboratorio Productos Forestales, Instituto Investigaciones Tecnológicas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

MENSAH, R.; MADDEN, J. 1994. Conservation of two predator species for biological control of ***Chrysophtharta bimiculata*** in Tasmania forests. Entomophaga n° 39:1, 71-83 PP. 14 ref.

MESSINA, M. G. 1990. Herbicides increase growth responses to fertiliser in a 5-year-old ***Eucalyptus regnans*** plantation. New Zealand Journal of Forestry Science 20(2): 168-175.

MESSINA, M. G. 1992. Response of ***Eucalyptus regnans*** F. Muell. To thinning and urea fertilization in New Zealand. Forest Ecology and Management 51: 269 - 283.

MINISTERIO DE AGRICULTURA; OPEDA; SAG; INIA; IREN. 1986. Plan de desarrollo Agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre la provincia de Aconcagua y Chiloé. Ministerio de Agricultura, ODEPA. Santiago. Chile.

NEWMANN, F.; HARRIS, J. WOOD, C. 1977. The phasmatid problem in mountain ash forests of the central highlands of Victoria. Bulletin Forests Commission n°25, 43 p. 65 ref.

NOVOA S. A., R,; VILLASECA C., S. Editores. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. INIA. Santiago. Chile. 221 p. y mapas.

OLD, M.; GOBBS, R.; CRAIG, Y.; MYERS, B.; YUANG, Z. 1990. Effect of drought and defoliation on the susceptibilíty of eucalipts to cankers caused by ***Endothia gyrosa*** and ***Botryosphaeria ribis***. Australian Journal of Botany n°36:6, 571-581 PP. 21 ref.

OPIE J., E. 1977. Volume functions for tress of ah sizes. Forests Commission, Victoria. Forestry Technical Papers 25: 27-30.

PERALTA P., M. 1976. Uso, clasificación y conservación de suelos. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 337 p.

PEDERICK L., A. 1977. Variation in growth rate between ***Eucalyptus regnans*** trees from four seed sources. Forests Commission, Victoria. Forestry Technical Papers 25: 35-39.

PEREZ G., V. A. 1982. Características físico - mecánicas de diez especies de *Eucalyptus* crecidas en Chile. Informe Técnico N°84. INFOR-CORFO.

POYNTON, R. J. 1979. Tree planting in Southern Africa. Vol. II: The ***Eucalypts.*** Pretoria: The Government Printer.

POYNTON, R. J. 1980. The silvicultural treatement of ***eucalyptus*** plantations in Southern Africa. N° 116: 11 - 22.

PRADO, J. A. 1979. Resultados de ensayos de introducción de especies en Panguipullí, provincia de Valdivia. Informe Técnico n°64. División Forestal, Departamento de Silvicultura. INFOR.

_____. 1981. Los *Eucalyptus* en la VIII Región, una perspectiva interesante. En: Seminario nuevas especies de interés económico para Chile. Santiago, CORFO-INFOR.

_____. 1988. Selección de procedencias de varias especies del género **Eucalyptus** para la zona centro - sur de Chile. En: INFOR/CORFO. Simposio de Manejo Silvícola del género *Eucalyptus*. Actas. Viña del MAr, Chile 356 p.

_____ 1989. Establecimiento de plantaciones. En: *Eucalyptus*, principios de silvicultura y manejo. CORFO-INFOR. Santiago, Chile. p. 57 - 78.

PRADO, J.A.; ROJAS V., P. 1979. Los Eucaliptos como alternativa para la forestación de la VIII Región. Informe Técnico N° 89. INFOR - CORFO. 27 p.

PRADO, J.A.; BARROS, S.; WRANN, J.; ROJAS, P.; BARROS, D.; AGUIRRE, S. 1986. Especies forestales exóticas de interés económico para Chile. Santiago, Chile. División de Silvicultura. INFOR - CORFO.

PRADO D., J. A.; BAÑADOS, J. C.; BELLO, A. 1990. Antecedentes sobre la capacidad de retoñación de algunas especies del género *Eucalyptus* en Chile. Ciencias e Investigación Forestal 4 (2): 183-190.

RAYMOND, C. A. 1995. Genetic variation in ***Eucalyptus regnans*** and ***Eucalyptus nitens*** for levels of observed defoliation caused by the ***Eucalyptus*** leaf beetie, ***Chrysophtharta bimaculata*** Olivier, in Tasmania. Forest Ecology and Management 72:21-29.

SANTIBAÑEZ Q., F.: URIBE M., J.M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones sexta, séptima, octava y novena. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 99 p.

SCHÖNAU, A. P. G.; COETZEE, J., 1988. Initial spacing, stand density and thin in ***eucalypt*** plantations. En : Actas Simposio Manejo Silvícola del Género *Eucalyptus*. Junio, 1988. Viña del Mar, Chile. Corporación de Fomento de la Producción - Instituto Forestal. XIV. 24 pp.

SIERRA L., V. 1990. Técnicas de establecimiento en *Eucalyptus*. 1° taller del grupo silvícola. Fundación Chile. Concepción, Chile.

TURNBULL, C.R.A.; BEADLE, C.L.; BIRD, T. and MCLEOD, D. 1988. Volume production in intensively managed eucalypt plantations. Appita-Journal 41 (6) : 447-450.

TURNBULL, C. R. A.; MCLEOD, D. E.; BEALLE, C. L.; RATKOWSKY, D. A.; MUMMERY, D. C.; BIRD, T. 1993. Comparative early growth of *Eucalyptus* species of the subgenera ***Monocalyptus*** and ***Symphyomyrtus*** in intensively-managed plantations in southern Tasmania. Australian Forestry 56(3) : 276-286.

WEST, P., W and INGLIS, D., J. 1984. Present value of regrowth ***eucalypt*** forest in southern Tasmania. Australian Forestry 47 (4) : 259-265.

WEST, P. W. and MATTAY, J. P. 1993. Yield prediction models and comparative growth rates for six ***eucalypt*** species. Australian Forestry 56(3) : 211-225.

WEST, P., W. and OSLER, G., H. 1995. Growth response to thinning and its relation to site resources in ***Eucalyptus regnans***. Revue canadienne de recherche foresière. Vol. 25(1) : 69-80.

WILCOX, M. D.; FAULDS, T.; VINCENT, T. G.; POOLE, B. R. 1980. Genetic variation in frost tolerance among open-pollinated Families of ***Eucalyptus regnans*** F. Muell. Austr. For. Res.10:169 - 184.

ANEXOS

ANEXO I

UBICACIÓN DE RODALES Y PLANTACIONES DE *Eucalyptus regnans*,

Se identifican las localidades en los que se tiene conocimiento de la presencia de ***Eucalyptus regnans***, las que han sido utilizadas como referencia en la definición de algunos requerimientos ecológicos de la especie estudiada y como comprobación de las limitantes señaladas para cada uno de los parámetros que describen los requerimientos ecológicos de la especie.

Ubicación	Latitud	Longitud
VIII Región		
Leonera	36°33'S	72°50'O
Coronado	37°42'S	72°12'O
Santa Ana	37°48'S	72°22'O
Antiquina	38°05'S	73°21'O
IX Región		
Amuley Cullinco	38°39'S	73°12'O

Fuente : Hernández y Morales, 1985.

ANEXO II

CUADRO RESUMEN DE ANTECEDENTES
PARA *Eucalyptus regnans*

CARACTERÍSTICA	ANTECEDENTES	CITA BIBLIOGRÁFICA
Descripción del árbol	-Es el árbol latifoliado más grande del mundo alcanzando los 90 m y más de altura	Hall *et al.*, (1963) FAO (1979)
	- Presenta un magnifico tronco, una copa aparentemente pequeña pero considerable al ser medida	Hall *et al.*, (1963)
Distribución natural	- Se distribuye naturalmente entre Victoria y Tasmania desde los 37° y 43,5 °S. En Victoria crece desde los 200 a 1.100 msnm. En Tasmania crece desde el nivel del mar hasta los 700 msnm	Hall *et al.*, (1963)
Distribución en Chile	- Según los estudios INFOR-CORFO, la zona recomendada para la especie es gran parte de la VIII y IX Regiones, y norte de la X Región	Jayawickrama *et al.*, (1993)
Distribución mundial	- Ha sido ensayada con éxito en Sri-Lanka, India, Kenya, Sudáfrica y Nueva Zelanda. Pero sólo en Nueva Zelanda ha sido establecida comercialmente	Turnbull y Pryor (cit. por INFOR-CORFO, 1986)
Aspectos reproductivos	- El período de floración se extiende entre los meses de diciembre a mayo. La polinización se produce por insectos o aves	Ashton (1975)
	- Cada kilo de semillas contiene aprox. 900.000 semillas con una viabilidad de 181.000 sem/kg	FAO (1979)
	- La especie de regenera muy bien después de incendios naturales o quema de desechos	Cremer (1971) West y Inglis (1984)
Aspectos genéticos	- Existe variación según la procedencia en cuanto a la resistencia al frío	Wilcox *et al.*, (1980)
	- En Chile se encontraron diferencias en rendimiento según la procedencia de la semilla. Procedencias del centro sur de Tasmania presentaron los mejores rendimientos	Prado (1981) INFOR - CORFO (1986)
	- Existe una significativa variación genética entre y dentro de poblaciones	Eldridge *et al.*, (1993)

CARACTERÍSTICA	ANTECEDENTES	CITA BIBLIOGRÁFICA
Requerimientos ecológicos	- Es especie exigente del medio, intolerante a las sequías o heladas severas	Eldridge *et al.* (1993)
	- Requiere al menos de 1.000 mm de precipitación distribuída a lo largo de todo el año	Griffin *et al.*, (1982).
	- La humedad y las neblinas son comunes en los bosques de **E. regnans**	Hall *et al.*, (1963)
	- Su mejor desarrollo lo alcanza en suelos francos, profundos, moderadamente fértiles, con un buen drenaje, húmedos pero no saturados	
	- Temperaturas mínimas absolutas entre -7 °C y -8 °C. Y máximas absolutas de 43,5 °C	Johnson y Wilcox (cit. por Droguet 1991)
Altitud	- Las menores altitudes a la que se encuentra son 152 msnm en Victoria y 305 msnm en Tasmania en su distribución natural	Hall *et al.*, (1963) FAO (1979)
	- Las altitudes mayores en su distribución natural en Victoria alcanza los 915 msnm y en Tasmania los 610 msnm	
Plagas y enfermedades	- Dentro de los insectos y hongos que afectan al **E. regnans** están: **Chysophtharta bimaculata, Didymuria violescens, Endothia gyrosa, Phoracarantha semipunctata, Botryospheria ribis y Phytophtora cinnamoni**	Raymond (1995) Mazanec (1967) Collogor (1986)
Propagación natural	- Su regeneración en los bosques naturales se lleva a cabo dejando entre 7-12 árboles semilleros por ha, complementada con una preparación de la cama de semillas, mediante la quema de desechos	Cremer (1971) Pederick (cit. por Eldridge et al., 1993) Turnbull y Prior; Opie *et al.*, (cit por Prado 1990)
	- En cuanto a la regeneración vía tocón, ésta raramente rebrota de tocón	Prado *et al.* (1990)
Propagación artificial	- Generalmente los Eucaliptos se producen a raíz cubierta - Las semillas requieren de una estratificación en frío 4 °C durante unos 15-20 días	Balneaves *et al.*, (1985) INFOR - CORFO (1986) Jayawickrama *et al.*, (1993)
	- Se recomienda sembrar los primeros quince días de octubre	
	- En otros países se usa la planta a raíz desnuda pero con un adecuado acondicionamiento	

CARACTERÍSTICA	ANTECEDENTES	CITA BIBLIOGRÁFICA
Establecimiento y cuidados culturales	- Es conveniente obtener plantas de 25-30 cm de altura, con un tallo y hojas bien desarrollados - La densidad de plantación depende del objetivo, las más utilizadas 2x2 m, 2,7 x 2,7 m. - El riego no es considerado un tratamiento común, pero sí en zonas semiáridas al momento del establecimiento - En general, el género ***Eucalyptus*** es afectado fuertemente por la competencia con malezas, por lo cual es imperioso controlarlas - La fertilización aplicada al inicio de la plantación y posterior a los raleos es una herramienta común en otros países que realizan manejo intensivo	Prado (1989) Messina (1990)
Crecimiento	- En Victoria en rodales naturales se tienen crecimientos entre 15-20 m^3/ha/año - Existen diferencias entre las distintas procedencias. En Chile bajo la experiencia de INFOR en la VIII Región los mejores resultados se obtuvieron con la procedencia de Mount Wellinton - Los rangos de crecimientos encontrados en Chile varían entre los 26 y 63 m^3/ha/año	Eldridge *et al.*, (1993) Prado y Rojas (1979) Prado (1981)
Tratamientos silviculturales	- Los raleos son utilizados en plantaciones de Eucaliptos cuando el objetivos de manejo es producir madera para aserrar o para chapas - En Sudáfrica el esquema de raleo aplicado a **E. grandis** con el objetivo de producir madera aserrada considera una intervención temprana e intensa - Las podas no deben afectar más del 50% de la copa del árbol	Prado (1989) Poynton (1980)
Usos de la madera	- En Australia es la principal fuente de materia prima en la industria de celulosa y papel y está clasificado con buenas características papeleras - Debido a su color claro, liviandad y facilidad para trabajar, se usa ampliamente para madera aserrada, ebanistería, mueblería, chapas y otras terminaciones	Eldridge *et al.*, (1993) Hall *et al.*, (1963) FAO (1979)

ANEXO III

FICHAS TÉCNICAS

ÍTEM		UNID	Eu11	Eu12	Eu13
Roce	Mano de obra	$/ha	7.362	22.086	117.792
	Ropa seguridad	$/ha	97	216	950
	Materiales	$/ha	119	332	1.462
	Total	$/ha	7.579	22.634	120.203
Reducc. desechos		$/ha	0	65.000	110.000
Cortafuego	Mano de obra	$/ha	9.843	10.937	12.030
Cerco	Mano de obra	$/ha	15.460	23.190	30.920
	Ropa seguridad	$/ha	204	227	249
	Insumos	$/ha	41.086	45.652	50.217
	Total	$/ha	66.594	69.068	81.386
Control de malezas Pre plantación Aéreo	Maquinaria	$/ha	0	0	11.820
	Ropa seguridad	$/ha	0	0	0
	Materiales	$/ha	0	0	23.364
	Total	$/ha	0	0	35.184
Preparación suelos	Subsolado	$/ha	0	0	34.000
	Tractor Agrícola	$/ha	0	23.400	0
Plantación	Mano de obra	$/ha	5.800	10.634	18.230
	Ropa seguridad	$/ha	77	104	147
	Materiales	$/ha	62	83	118
	Insumos	$/ha	79.560	88.400	113.253
	Fletes	$/ha	1.800	2.450	3.100
	Total	$/ha	87.299	101.671	13.487
Fertilización	Mano de obra	$/ha	4.908	7.362	9.816
	Ropa seguridad	$/ha	65	72	79
	Materiales	$/ha	4	4	4
	Insumos	$/ha	50.193	55.770	61.347
	Total	$/ha	55.169	63.208	71.247

ÍTEM		UNID	Eu11	Eu12	Eu13
Control de malezas	Mano de obra	$/ha	1.227	1.841	2.454
Post plantación	Ropa seguridad	$/ha	14	16	17
Puntual	Materiales	$/ha	7	8	9
	Insumos	$/ha	19.116	21.240	23.364
	Total	$/ha	20.364	23.104	25.844
Desbroce	Mano de obra	$/ha	0	0	26.994
	Ropa seguridad	$/ha	0	0	218
	Materiales	$/ha	0	0	242
	Total	**$/ha**	**0**	**0**	**27.454**
Raleo a Desecho	Mano de obra	$/ha	4.466	7.362	9.816
	Ropa seguridad	$/ha	26	32	36
	Materiales	$/ha	102	124	137
	Total	**$/ha**	**4.594**	**7.519**	**9.988**
Primera Poda	Mano de obra	$/ha	16.196	24.295	32.393
	Ropa seguridad	$/ha	71	79	87
	Materiales	$/ha	48	53	58
	Total	**$/ha**	**16.315**	**24.427**	**32.538**
Fertilización	Mano de obra	$/ha	2.832	4.247	5.663
	Ropa seguridad	$/ha	37	42	79
	Materiales	$/ha	2	2	4
	Insumos	$/ha	57.915	58.500	35.393
	Total	**$/ha**	**60.786**	**62.791**	**41.139**
Primer raleo Comercial	Mano de obra	$/ha	7.965	10.454	15.930
	Marcación	$/ha	1.227	1841	2.454
	Ropa seguridad	$/ha	47	46	58
	Materiales	$/ha	181	176	222
	Total	**$/ha**	**9.421**	**12.517**	**18.664**
Segunda Poda	Mano de obra	$/ha	12.270	23.558	36.810
	Ropa seguridad	$/ha	54	77	99
	Materiales	$/ha	77	109	140
	Total	**$/ha**	**12.401**	**23.744**	**37.049**
Fertilización	Mano de obra	$/ha	1.888	2.832	3.775
	Ropa seguridad	$/ha	25	28	79
	Materiales	$/ha	1	2	4
	Insumos	$/ha	38.610	38.850	47.190
	Total	**$/ha**	**40.524**	**41.711**	**51.049**

ÍTEM		UNID	Eu11	Eu12	Eu13
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	$/ha	16.972	25.458	33.944
	Marcación	$/ha	982	1.472	1.963
	Ropa seguridad	$/ha	100	112	123
	Materiales	$/ha	386	430	473
	Total	**$/ha**	**18.439**	**27.472**	**36.503**
Tercera Poda	Mano de obra	$/ha	19.632	29.448	39.264
	Ropa seguridad	$/ha	86	96	106
	Materiales	$/ha	122	136	150
	Total	**$/ha**	**19.841**	**29.680**	**39.519**
Fertilización	Mano de obra	$/ha	1.133	1.699	2.265
	Ropa seguridad	$/ha	65	17	79
	Materiales	$/ha	4	1	4
	Insumos	$/ha	23.166	23.310	28.314
	Total	**$/ha**	**24.367**	**25.026**	**30.663**

COSTOS DE COSECHA

ÍTEM		UNID	Eu11	Eu12	Eu13
Volteo	Mano de obra	$/ha	127.608	194.480	255.216
	Ropa seguridad	$/ha	749	858	928
	Materiales	$/ha	2.902	3.282	3.553
	Total	**$/ha**	**131.258**	**198.619**	**259.697**
Madereo		$/ha	1.548.144	1.702.958	2.037.360
Caminos		$/ha	331.155	367.950	404.745
Campamento		$/ha	32.400	36.000	39.600

COSTOS DE MANTENCIÓN

ÍTEM		UNID	Eu11	Eu12	Eu13
Costos mantención	Cortafuego	$/ha	7.340	7.875	8.411
	Caminos		0	0	0

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

ÍTEM		UNID	Eu11	Eu12	Eu13
Impuestos		%	0	0	0
Supervisión		$/ha	9.816	14.724	19.632
Seguro incendios, heladas y daño por viento	Primera mitad	$/ha	2.921	3.246	3.571

COSTOS DE PROTECCIÓN FORESTAL

ÍTEM	UNID	Eu11	Eu12	Eu13
Control y combate de incendios	$/ha	2.570	2.856	3.142
Guardería	$/ha	2.203	2.448	2.693

ANEXO IV

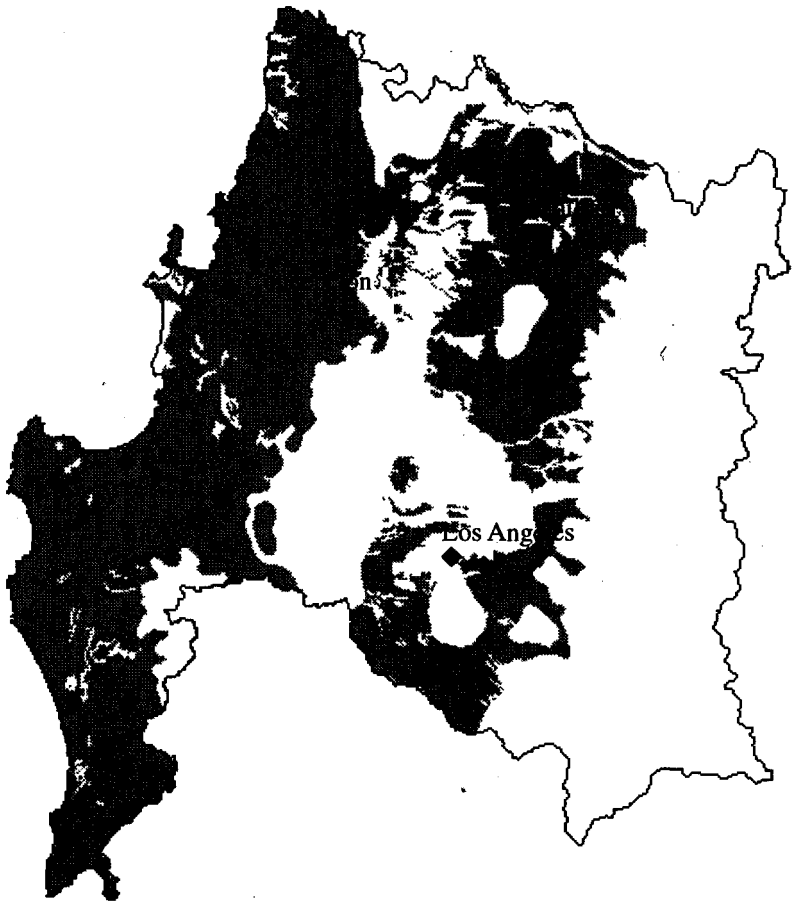
INGRESOS POR PRODUCTOS

PRODUCTOS	Primer Raleo Comercial			Segundo Raleo Comercial			Cosecha		
	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha
Eu11 Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0	93	581	11.572.823
Madera Pulpable	0	0	0	74	26	241.670	5	31	288.145
Leña	100	11	96.328	26	9	78.814	2	12	105.085
Total	**100**	**11**	**96.328**	**100**	**35**	**320.484**	**100**	**624**	**11.966.053**
Eu12 Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0	93	581	10.520.748
Madera Pulpable	0	0	0	74	26	219.700	5	31	261.950
Leña	100	11	87.571	26	9	71.649	2	12	95.532
Total	**100**	**11**	**87.571**	**100**	**35**	**291.349**	**100**	**624**	**10.878.230**
Eu13 Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0	93	581	9.468.673
Madera Pulpable	0	0	0	74	26	197.730	5	31	235.755
Leña	100	11	78.814	26	9	64.484	2	12	91.260
Total	**100**	**11**	**78.814**	**100**	**35**	**262.214**	**100**	**624**	**9.795.688**

ANEXO V

ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES

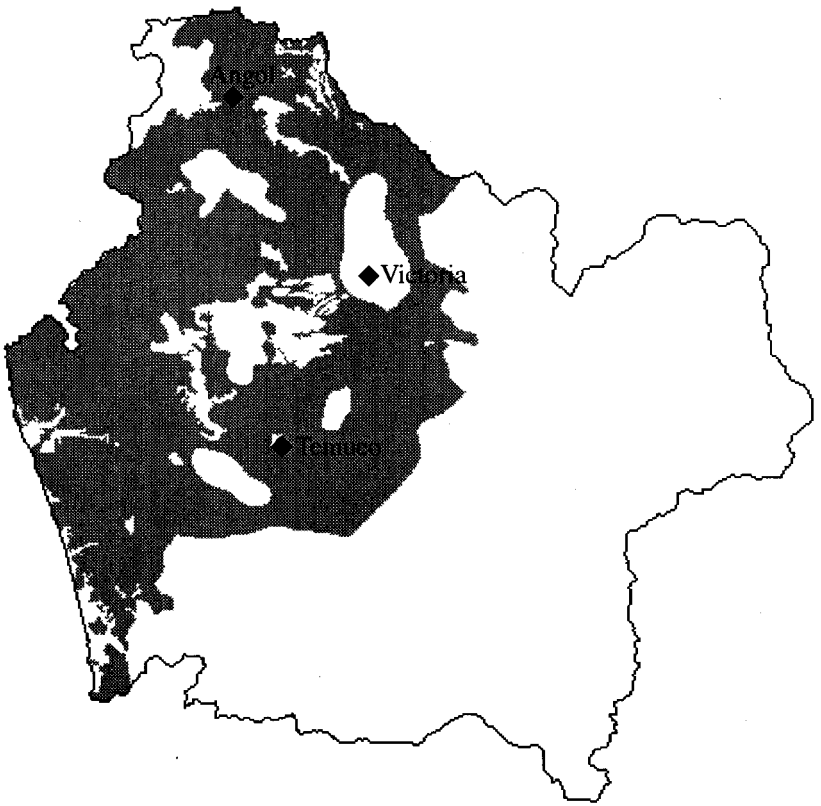
DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE EUCALIPTUS REGNANS
VIII REGIÓN



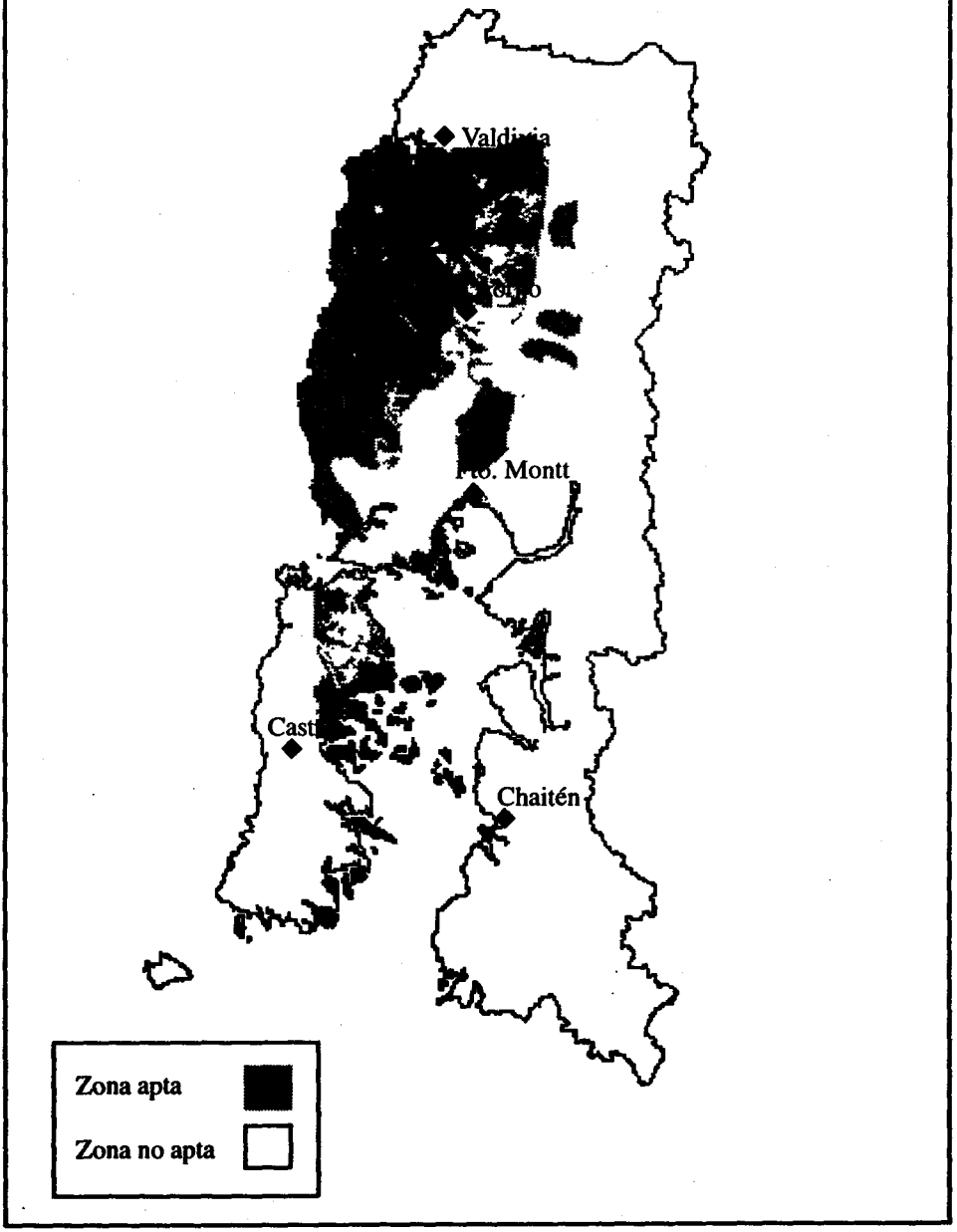
Zona apta

Zona no apta

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE EUCALIPTUS REGNANS
IX REGIÓN



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE EUCALIPTUS REGNANS
X REGIÓN



EUCALIPTO

Para mejorar el potencial económico de la actividad silvicola del país, el Ministerio de Agricultura dio inicio el año 1994 a una campaña de Diversificación, la cual se materializó con la creación de un programa específico llevado a cabo por CONAF.

Su propósito ha sido generar una Política Nacional de Diversificación, cuyo principal objetivo se orienta a optimizar el uso económico del suelo sobre la base de la ampliación de las opciones de cultivo y de esta forma integrar con propiedad la actividad forestal a la segunda fase del modelo exportador chileno.

En lo social se procura la integración de nuevos sectores a las actividades y beneficios que proporciona el desarrollo forestal diversificado, provocando positivos impactos ambientales por la vía de incrementar la superficie arbolada del territorio nacional.

La diversificación es en suma un proceso de ampliación a gran escala de nuevas opciones de cultivo forestal destinados a mejorar la capacidad productora y exportadora del país, en el marco que fija el uso sustentable de los recursos naturales renovables.

conaf
INFOR
Instituto Forestal
FIA