

POTENCIALIDAD DE ESPECIES Y SITIOS PARA UNA DIVERSIFICACION SILVICOLA NACIONAL

PROYECTO FINANCIADO POR CONAF

MONOGRAFIA DE *EUCALYPTUS REGNANS*

AUTORES:

VERÓNICA LÖEWE M.
MANUEL TORAL I.
PAULINA FERNANDEZ Q.
M. ALEJANDRA MERY A.
MARTA GONZALEZ O.
CLAUDIA DELARD R.
GABRIEL PINEDA B.
CLAUDIA LOPEZ L.

- INFOR -

SANTIAGO, JUNIO 1996.

INDICE

1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Descripción del árbol	1
1.2 Distribución natural	5
1.3 Distribución en Chile	5
1.4 Plantaciones en el mundo	7
1.5 Tipo forestal	7
1.6 Aspectos reproductivos	8
1.7 Aspectos genéticos	9
2. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	
2.1 Suelos	15
2.2 Clima	16
2.3 Altitud	18
2.4 Topografía	18
2.5 Aspectos nutricionales	18
3. PLAGAS Y ENFERMEDADES	20
4. SILVICULTURA Y MANEJO	22
4.1 Propagación	22
4.1.1 Regeneración natural	22
4.1.1.1 Método del árbol semillero	22
4.1.1.2 Regeneración natural por tocón	23
4.1.2 Propagación artificial	24
4.1.2.1 Viverización	24
4.1.2.2 Producción de plantas en contenedor	25
4.1.2.3 Semillas	25
4.1.2.4 Epoca de siembra	26
4.1.2.5 Tipos de contenedores	26
4.1.2.6 Sustrato	27
4.1.2.7 Desarrollo, manejo y nutrición de las plantas	27
4.2 Establecimiento	29
4.2.1 Plantación	29
4.2.2 Densidad de plantación	30
4.2.3 Riegos	30
4.2.4 Control de malezas	31
4.3 Manejo forestal	32
4.3.1 Crecimiento	32
4.3.2 Productividad	41
4.3.3 Tratamientos silviculturales	44
4.3.3.1 Manejo como monte bajo	44

4.3.3.2 Manejo como monte alto	44
4.3.3 Raleos y fertilización	45
4.3.4 Podas	48
5. PRODUCCION	51
5.1 Características y clasificación de la madera	51
5.2 Producción nacional	54
5.3 Usos de la madera	55
5.4 Precios	55
6. EVALUACION ECONOMICA	57
6.1 Antecedentes	57
6.1.1 Crecimiento esperado	57
6.1.2 Rotación	58
6.1.3 Cubicación de la especie	58
6.2 Marco de evaluación	58
6.3 Supuestos básicos	60
6.3.1 Indicadores económicos	60
6.3.2 Valor de la jornada de trabajo	60
6.4 Costos directos	61
6.4.1 Costos de establecimiento	61
6.4.2 Costos de manejo	61
6.4.3 Costos de cosecha	61
6.4.4 Costos de administración	61
6.4.5 Costos de mantención	62
6.4.6 Costos de protección forestal	62
6.5 Determinación del valor de los productos	62
6.6 Esquema de manejo según el tipo de escenario	63
6.7 Resultados de la evaluación	67
6.8 Conclusiones	69

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Diámetro medio, volumen, rectitud de fuste y espesor de ramas para cuatro procedencias	14
Cuadro 2: Temperaturas medias en Victoria y Tasmania, para sitios donde crece E. regnans	17
Cuadro 3: Heladas para zonas de crecimiento de E. regnans en Victoria y Tasmania	17
Cuadro 4: Niveles nutricionales foliares de especies del género Eucalyptus	19

Cuadro 5:	Contenido de elementos nutritivos en E. regnans	19
Cuadro 6:	Porcentaje y número de retoños por tocón según especie	24
Cuadro 7:	Crecimiento en altura según tipo de contenedores en E. regnans	27
Cuadro 8:	Condiciones del ensayo de sobrevivencia y crecimiento realizado en Tasmania	33
Cuadro 9:	Resultados de sobrevivencia y crecimiento inicial de ensayo en E. regnans	33
Cuadro 10:	Crecimiento de E. regnans en Australia y Nueva Zelandia	35
Cuadro 11:	Estado de crecimiento del rodal de E. regnans	35
Cuadro 12:	Medias de crecimiento para E. regnans a los 18 meses y cuarto año de plantación	38
Cuadro 13:	Medias por cada procedencia de altura, diámetro y volumen a los 4 años	38
Cuadro 14:	Antecedentes de crecimiento según zona y unidad edafoclimática	41
Cuadro 15:	Incremento medio de los 200 árboles dominantes de mayor volumen	43
Cuadro 16:	Valores medios para clases de productividad y calidad de sitio	43
Cuadro 17:	Respuesta de E. regnans al raleo	46
Cuadro 18:	Esquema de raleos para la producción de madera aserrada	48
Cuadro 19:	Programa de podas para especies de Eucalyptus	49
Cuadro 20:	Propiedades físico - mecánicas de la madera de E. regnans en estado verde	52
Cuadro 21:	Propiedades físico - mecánicas de la madera de E. regnans en estado seco	53
Cuadro 22:	Precios de madera de Eucalyptus regnans	56
Cuadro 23:	Precios a orilla de camino	56
Cuadro 24:	Valor de la jornada de trabajo	60
Cuadro 25:	Precios de productos a orilla de camino	62
Cuadro 26:	Esquema de manejo (escenario pesimista)	64
Cuadro 27:	Esquema de manejo (escenario probable)	65
Cuadro 28:	Esquema de manejo (escenario optimista)	66
Cuadro 29:	Resultados de la evaluación económica	67
Cuadro 30:	Valor comercial del suelo	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Hojas de la plántula	3
Figura 2:	Hojas juveniles	3
Figura 3:	Hojas en la etapa intermedia	3
Figura 4:	Hojas en estado adulto	4
Figura 5:	Inflorescencias	4

Figura 6: Frutos	4
Figura 7: Mapa de distribución natural	6
Figura 8: Eucalyptus regnans a los 15 años	38
Figura 9: Desarrollo en altura para E. regnans	39
Figura 10: Desarrollo en diámetro para E. regnans	39
Figura 11: Desarrollo en volumen para E. regnans	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo I: Mapa de crecimiento potencial
Anexo II: Resumen de crecimiento de E. regnans
Anexo III: Cuadro resumen
Anexo IV: Fichas técnicas
Anexo V: Resumen de costos
Anexo VI: Ingresos por productos
Anexo VII: Flujos de fondo sin bonificación
Anexo VIII: Flujos de fondo con bonificación
Anexo IX: Valor económico del suelo (miles\$/ha)
Anexo X: Valor económico del suelo (\$/m ³)

Eucalyptus regnans F. Muell.

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 **Renantheria**, y al grupo denominado "Ash", que incluye un grupo de especies de gran desarrollo e importancia económica en Australia, tales como **E. delgatensis**, **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).

Constituye 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, 1978).

1.1 DESCRIPCION DEL ARBOL

Es el árbol latifoliado más grande del mundo, con alturas detectadas en Victoria de 91 m y más (se habla de 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 (1979) señala que los diámetros normales varían entre 1.8 y 2.7 m, pudiendo ser mayores.

Presenta un magnífico tronco, comúnmente de muy buena forma y una copa que parece pequeña pero que es considerable cuando es medida (Hall et al., 1963; INFOR-CORFO, 1986; FAO, 1979).

Es de corteza áspera, fibra de color café desde la base hasta los 15 m. La parte superior del tronco 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 cuatro etapas de desarrollo durante el crecimiento de la planta, donde muestran considerables diferencias de forma, tamaño, color y otras características. Estas cuatro etapas de desarrollo son: fase de plántula (figura 1), juvenil (figura 2), intermedia (figura 3) y adulto (figura 4) (Brooker y Kleinig, 1993).

Las hojas juveniles son brevemente 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 (Brooker y Kleinig, 1993). 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 (figura 5). El período de floración es de diciembre a mayo (Brooker y Kleinig, 1993).

El fruto es pedicelado, cónico (angostándose hacia el pedicelo), periforme (con forma de pera), 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 tres valvas, rara vez 4 o 5, hasta el nivel del borde o levemente exsertas (figura 6) (Op cit.).

Figura 1.-

Hojas de la plántula

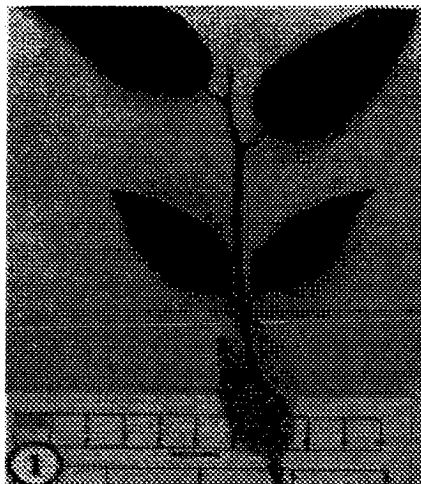


Figura 2.-

Hojas juveniles

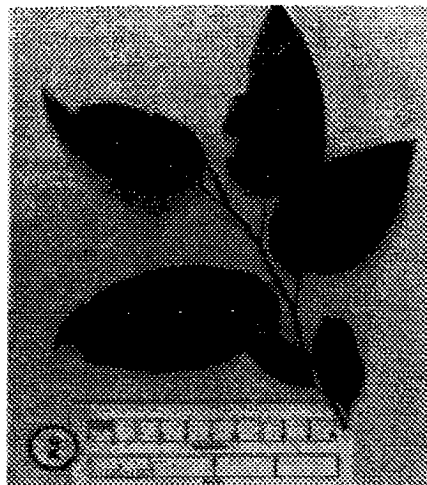


Figura 3.-

Hojas en la etapa intermedia

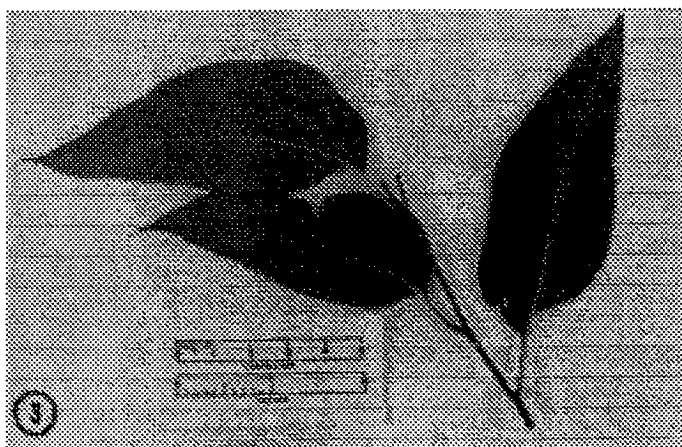


Figura 4.-

Hojas de *Eucalyptus regnans*
en estado adulto

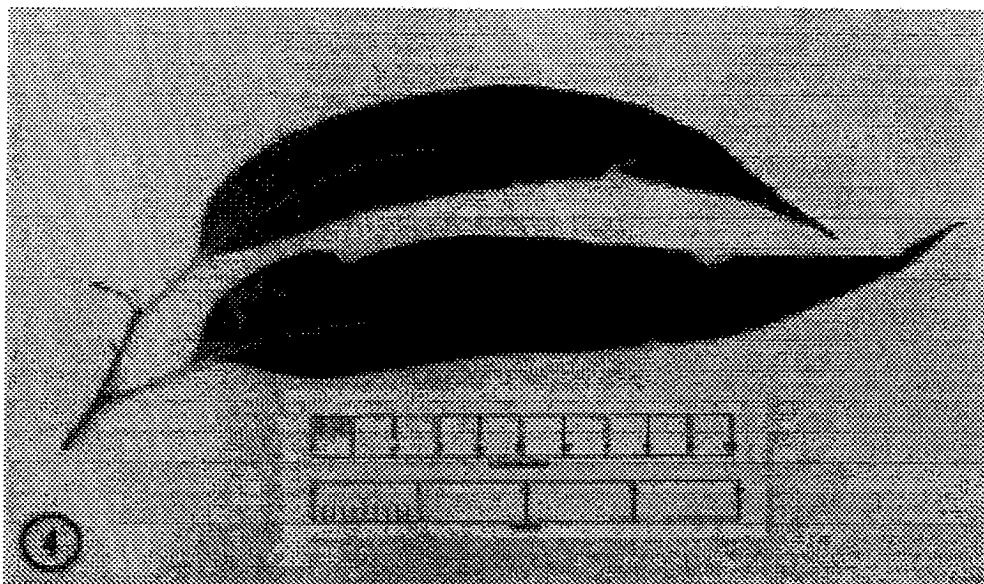
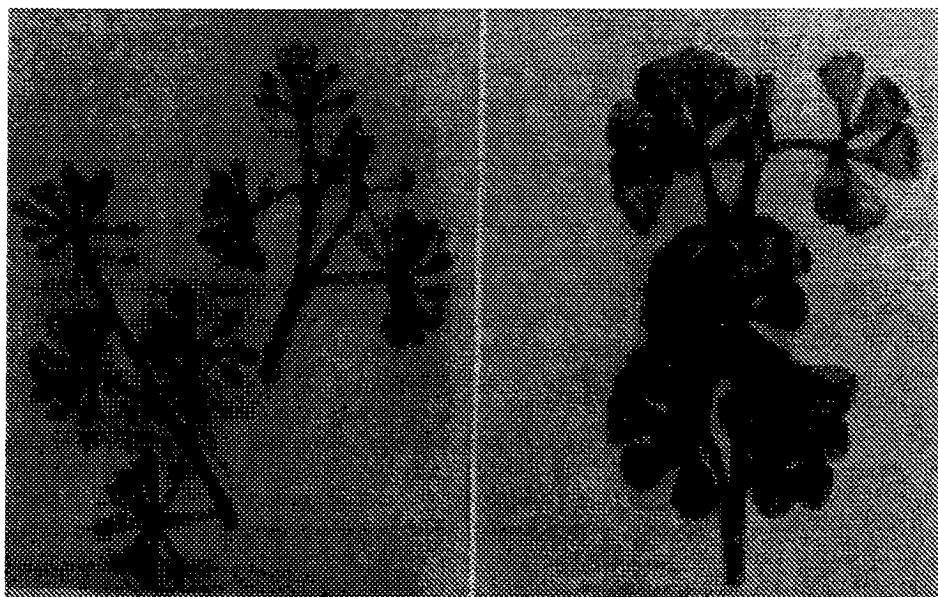


Figura 5.-

Inflorescencias

Figura 6.-

Frutos



1.2 DISTRIBUCION NATURAL

Se distribuye en forma natural entre Victoria y Tasmania, 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 (fig. 7) (Hall **et al.**, 1963; FAO, 1979; Brooker y Kleinig, 1993; Eldridge **et al.**, 1993).

1.3 DISTRIBUCION EN CHILE

Eucalyptus regnans ha sido probado en una variedad de sitios y condiciones ecológicas, y se ha comportado bien en gran número de condiciones. En la mayoría de los casos ha demostrado una buena adaptación y desarrollo en la zona centro sur, y para ha sido recomendado para una gran parte de la VIII y IX Regiones y para el norte de la X Región (INFORCORFO, 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.

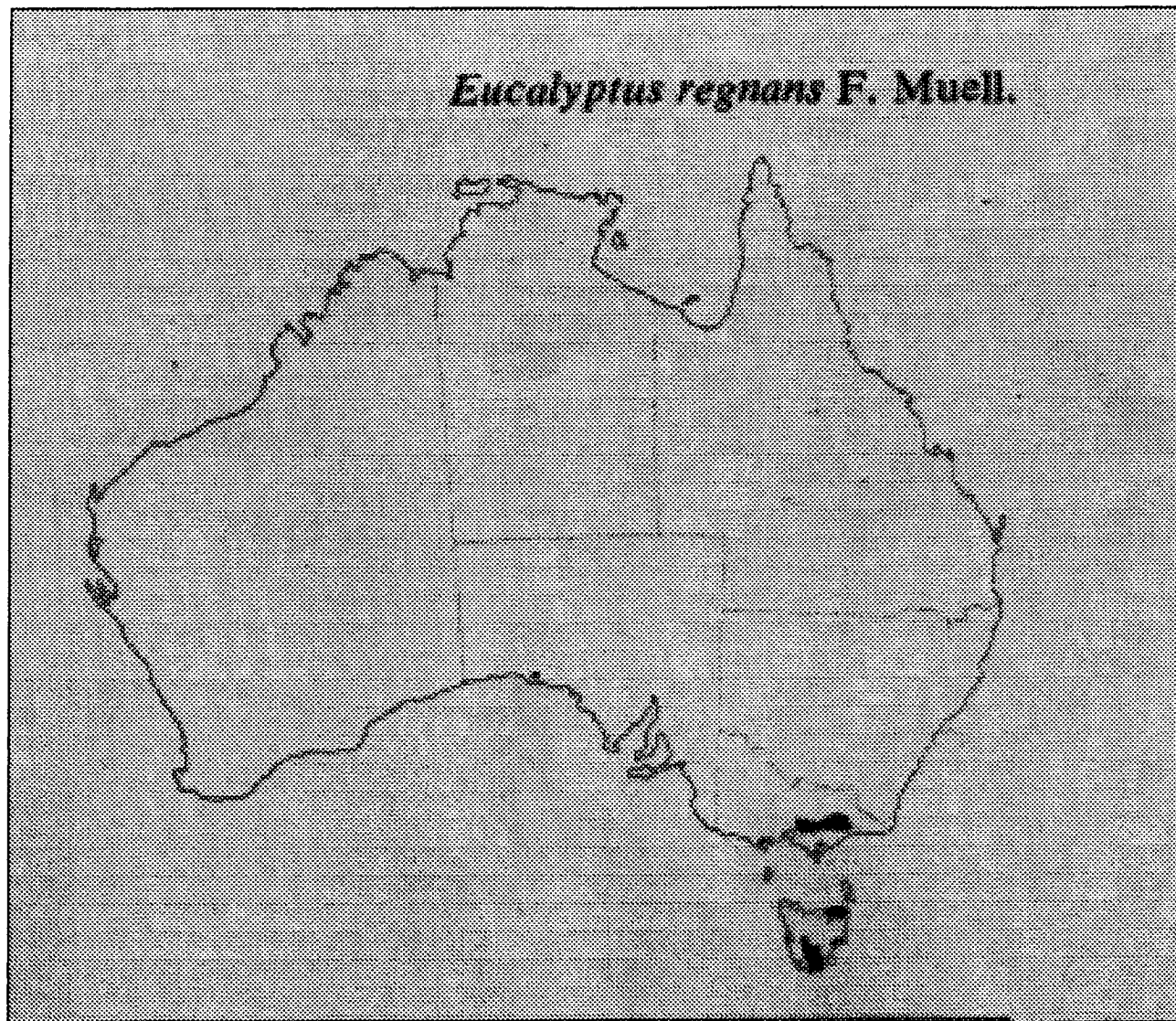
En el mismo informe se indica que hacia el norte las zonas adecuadas para la plantación de la especie se extienden por la costa hasta la zona de Pichilemu, en la VI Región. Por la precordillera, la especie podría crecer bien en toda la VII Región, aún cuando, no existe evidencia experimental que permita 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. globulus**, **E. delegatensis** y **E. regnans** 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 (anexo 1) puesto que representan sitios de mejores

Figura 7.-

MAPA DE DISTRIBUCION NATURAL EN AUSTRALIA



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.

Hoy en día, la superficie plantada con **Eucalyptus regnans** es muy baja representando 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, 1996¹).

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, en donde se planta desde hace varias décadas (INFOR-CORFO, 1986).

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

1.5 TIPO FORESTAL

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).

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

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

Frecuentemente 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 (Griffin **et al.**, 1982; FAO, 1979).

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.

La polinización es efectuada probablemente por insectos y pájaros. La abundancia de floración sigue un ciclo de dos 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 más grande que en años malos.

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 es interesante de considerar 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).

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 quemados de los residuos de explotación (West y Inglis, 1984). Como consecuencia de una competencia intra-

específica, la cantidad de plántulas decae exponencialmente a lo largo de los primeros años de desarrollo del rodal.

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

1.7 ASPECTOS GENETICOS

Desde el punto de vista genético se han determinado varios aspectos de interés para la especie. En un estudio, por ejemplo, sobre variación genética entre y dentro de poblaciones creciendo a distintas altitudes en bosques naturales en Victoria, en un transecto desde los 370 a los 1.000 msnm, a una latitud de 37°55 S. Los resultados obtenidos a lo largo de diez años de investigación indican que existe una significativa variación genética entre y dentro de las poblaciones.

La variación entre las poblaciones fue alta en varios parámetros de crecimiento y forma. Por ejemplo, la variación en altitud entre poblaciones fue significativa, detectándose que las plántulas provenientes de mayor altitud crecían más lentamente que las poblaciones de menor altitud, desarrollando mayor resistencia a heladas artificiales a temperaturas bajo las óptimas, y respondieron un poco al fotoperíodo. A bajas temperaturas (9°C durante el día y 4°C durante la noche) las poblaciones de altitudes superiores casi dejaron de crecer bajo días cortos (8 hrs) y se volvieron muy resistentes a las heladas; bajo días largos (12 hrs) crecieron más y no fueron tan resistentes a las heladas. Por el contrario, las poblaciones de bajas altitudes no mostraron respuestas al fotoperíodo.

Se concluyó que las plántulas de poblaciones provenientes de altas altitudes están mejor adaptadas a sobrevivir en condiciones de desarrollo 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 aquellas de altitudes menores. En Australia se ha visto que las de mayor tolerancia al frío son procedencias de las altitudes mayores de Victoria y del sudeste interior y centro de Tasmania, mientras que aquellas de la costa noreste de Tasmania muestran los mayores daños ante el frío (Griffin *et al.*, 1982; Eldridge *et al.*, 1993).

En estudios en Nueva Zelanda se 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 ranges y Strzelecki Ranges, y del norte de Tasmania fueron las menos resistentes al frío (Griffin **et al.**, 1982; Eldridge **et al.**, 1993).

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 las plantas (Rook **et al.** cit por Eldridge **et al.**, 1993).

Debido a que los árboles son muy sensibles al daño por frío sólo durante un breve período durante los dos primeros años de crecimiento, el conocimiento de las condiciones de 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 1100 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.** (1982), en un estudio sobre variación en crecimiento inicial y resistencia al frío entre procedencias detectaron que existe una significativa variación entre procedencias en la tasa de crecimiento de **E. regnans**. Según su estudio 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 abiótico.

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).

Según Prado (1981) en ensayos de procedencia realizados por el Instituto Forestal en Chile, entre los 35°32' y 39°53' lat. sur, se ha observado que aquellas 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.

Por otra parte el mejoramiento genético puede ser utilizado 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 al ataque, 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. Esta variación ante el ataque de este u otros patógenos debería ser considerada en programas de mejoramiento genético de la especie.

En Australia, Eldrige y Griffin (1983) estudiaron los efectos de la autopolinización en **Eucalyptus regnans** determinando que el número de semillas viables por 100 flores autopolinizadas y por cápsula es en promedio menor que aquellas provenientes 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 mueren, 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 autoraleos 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, 1983).

En general, en diversos países del mundo se están desarrollando programas de mejoramiento genético en eucalipto. En Sudáfrica y Brasil están investigando las especies **Eucalyptus grandis** y **Eucalyptus urophylla**; en España y Portugal **Eucalyptus globulus**. Todos 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. De este estudio 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, Bell, y Griffin, 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 la 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 un distanciamiento de 3 x 3 m.

A los cinco 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 cinco 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 corresponda 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 Circle fueron representativas de Victoria.

CUADRO 1
DIAMETRO MEDIO, VOLUMEN, RECTITUD DE FUSTE Y
ESPESOR DE RAMAS PARA CUATRO PROCEDENCIAS DE Eucalyptus
regnans A LOS 7 y 10 AÑOS DE PLANTACION EN DOS LOCALIDADES.

Procedencia	7 años		10 años			
	Diam (cm)	Volumen (m ³ x100)	Diam (cm)	Volumen (m ³ x100)	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

2. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS

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). De hecho, 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 (Hall *et al.*, 1963).

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 un total menor de 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, que 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 a 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).

Los meses secos pueden ser de hasta 5 meses consecutivos con menos de 40 mm de precipitación (Booth y Pryor cit. por Eldridge **et al.**, 1993). La época seca no debe ser severa (FAO, 1979).

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 a 20°C (Booth y Pryor cit. por Eldridge **et al.**, 1993).

La temperatura mínima absoluta debe ser mayor a -7°C (Booth y Pryor cit. por Eldridge **et al.**, 1993); - 6 °C (Hernández y Morales, 1985). La temperatura máxima absoluta corresponde a 43,5°C (Johnson y Wilcox cit. por Droguett, 1991).

CUADRO 2
TEMPERATURAS MEDIAS EN VICTORIA Y TASMANIA, PARA SITIOS DONDE
CRECE *Eucalyptus regnans*. (EN °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.

Las heladas en general son menos de 80 días con heladas en el año (Cuadro 3) (FAO, 1979). En las zonas más altas de su distribución sobrepasan las 80 días con heladas al año (INFOR-CORFO, 1986).

CUADRO 3
HELADAS PARA ZONAS DE CRECIMIENTO DE *Eucalyptus regnans*
EN VICTORIA Y TASMANIA

LUGAR	ALTITUD (msnm)	Registro menor (°C)	N° días con T° mín < 1°	N° días con T° mín < 2,2 °C
LOCH VALLEY, VICTORIA	927	-2,8	N.D	N.D
DELORAINÉ, TASMANIA	400	-7	68	43

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

Eucalyptus regnans presenta una resistencia al frío moderada, ya que soporta -5° a -6°C, pero no tolera sequías prolongadas (Turnbull y Pryor, 1978 cit. por INFOR-CORFO, 1986). Menzies **et al.**, 1981 cit. por INFOR-CORFO 1986 concluyeron que esta especie presenta menos resistencia al frío que ***Pinus radiata***.

Por otra parte Rook **et al.** (1980) 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. Prado (1979) afirma que puede soportar hasta -9°C.

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 alta 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 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 (Hall **et al.**, 1963; FAO, 1979).

2.4 TOPOGRAFIA

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 como 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 nutrientes utilizado, en 5 especies de eucalipto. El resultado de la investigación señalo al fósforo como el elemento más eficientemente utilizado para el crecimiento, en todas las especies.

En el siguiente cuadro se resumen lo 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 de forma de poder hacer aproximaciones de los niveles adecuados para los diferentes elementos en la especie.

CUADRO 4
NIVELES NUTRICIONALES FOLIARES DE ESPECIES
DEL GENERO EUCALYPTUS

AUTOR	ESPECIE	NIVELES NUTRICIONALES (%)					
		Elem	N	P	K	Ca	Mg
HAAG, H.P. 1961	E. alba	D	0,84	0,09	0,7	0,16	0,21
		S	1,73	0,12	1,13	0,3	0,52
KAUL et al. 1968	E. grandis	D	1,15	0,08	0,4	0,56	0,12
		S	2,38	0,21	0,8	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	1,9	S/A	S/A
	E. botryoides	D	1,4	0,8	0,36	S/A	S/A
		S	1,81	0,16	1,6	S/A	S/A
	E. saligan	D	1,7	0,09	0,37	S/A	S/A
		S	1,9	0,22	1,9	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.** (1985) 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*		MEDIA	RODAL DE 8 AÑOS DE EDAD
	MÍN	MÁX		
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	0,03-0,12		0,08	0,08
Cu (ppm)	4,60-8,90		6,24	8,10
Zn	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

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 principio de la primavera alimentándose de las hojas nuevas y si encuentra adecuado el follaje oviposita en éste (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 por hectárea, siendo este daño mayor cuando el insecto se encuentra en estado adulto. El follaje nuevo es atacado desde la aparición del insecto alcanzando niveles de defoliación de 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 a IX región del país, atacando principalmente a **E. globulus** debido a la mayor presencia de esta especie en el país. Cogollor (1986) evaluó el daño producido por este insecto obteniendo 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 fueron claros en que el daño se expresaba con 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 y cuando es adulto se alimenta de follaje maduro, siendo su ataque 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 (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 sculatus**).

Pudrición de raíces

Phytophthora cinnamomi Rands hongo que ataca a plántulas de **E. regnans** produciendo 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 intra-específica en la resistencia de **Eucalyptus regnans** al ataque a la raíz por parte de este patógeno, así como una alta variación entre procedencias, antecedentes a tener en cuenta en programas de selección de semillas o control de la plaga.

En Australia se han descrito dos hongos de eucaliptus que provocan canchros, necrosis y manchas que muestran síntomas de muerte apical; **Endothia gyrosa** y **Botryosphaeria ribis**. La asociación de estos hongos con canchros 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.

4. SILVICULTURA Y MANEJO

4.1 PROPAGACION

4.1.1 Regeneración natural

4.1.1.1 Método de 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 semillera apta para la recepción de las semillas provenientes de los árboles semilleros 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 semilleros a dejar tras la explotación, basada 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 una distancia equivalente a una vez la altura del árbol semillero.

Luego se cosecha el resto del rodal y se estima la producción de semillas que se obtendrá de los árboles semilleros mediante la observación de la copa con telescopio. Se prepara la cama de semilla quemando los desechos de explotación a fines del verano o a principios del otoño (febrero-marzo). Si el suplemento de semillas por parte de los árboles semilleros es inadecuado, 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 al momento de la quema 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 el quemar los desechos de explotación y luego sembrar semillas locales para regenerar el bosque. Sin embargo, Lacey y Line (1994) han determinado que el elevado pH que se produce en el suelo tras la quema, a temperaturas adecuadas para la germinación, 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 tanto.

Se estima que el rango de pH negativo para la germinación de la especie va de 8,4 a 9,0; 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; Opie **et al.** 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).

CUADRO 6
PORCENTAJE DE RETOÑOS Y NUMERO DE RETOÑOS,
POR TOCON SEGUN ESPECIE

ESPECIE	% DE RETOÑACION	Nº DE RETOÑOS POR TOCÓN	ALTURA MAXIMA (cm)	DIAMETRO MAXIMO (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.

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 como especie 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.).

4.1.2 Propagación artificial

4.1.2.1 Viverización

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

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 Zelandia y Australia (FAO, 1979).

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

Eucalyptus regnans producido a raíz desnuda necesita un intensivo manejo de raíces en vivero (Op cit.). Sin embargo, en Nueva Zelandia este tipo de viverización es una práctica común en el establecimiento de esta especie. Aunque el éxito sí depende en gran medida del adecuado acondicionamiento de las plantas en el vivero. En este país se encontraron los mejores resultados de sobrevivencia y crecimiento con espaciamientos de 15x15 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 situaciones 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 puede 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 containers son mantenidos a una altura que permita trabajarlos con facilidad, en plataformas de madera o metal. En los 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 containers (cada uno de 140 cc de capacidad) obteniéndose un 90% de germinación. El sistema de irrigación está diseñado de tal manera de mantener el follaje húmedo todo el tiempo.

4.1.2.3 Semillas

Según INFOR-CORFO (1986), **E. regnans**, como otras especies del grupo "Ash" presenta ciertas dificultades para su reproducción. La viabilidad de las semillas varía entre una media de 178.000 a una máximo de 651.000 semillas por kilo, 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 los distintos géneros de eucalipto se realiza en general en diciembre, durante la primera y segunda quincena, de manera de llegar al momento de la plantación con plantas de un tamaño adecuado, no muy grandes ni muy pequeñas.

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 luego, tras 4 semanas desde la siembra, trasplantar las plántulas a contenedores. Más tarde las plantas serán plantadas en julio o agosto del siguiente año (fines del invierno) (Kellas y Edgar, 1979).

Muchas de las grandes empresas forestales, según Jayawickrama et al. (1993) tienen máquinas sembradoras automáticas que siembran directamente en la almaciguera o en los tubetes.

Es recomendable aplicar un podador químico al tubete antes de la siembra (puede ser cobre más un aditivo como un látex) para evitar malformaciones de la raíz.

4.1.2.5 Tipos de contenedores

En Chile la opción de producir plantas en tubetes o contenedores es cada vez más común, dado los buenos resultados que presenta, sobre todo en calidad de la planta y de la masa radicular.

Para una experiencia realizada en Victoria (Australia), indican que con diferentes tipos de containers 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).

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 container utilizado. En cambio, las plantas sembradas más tardíamente no fueron tan sensibles al tipo de contenedores.

CUADRO 7
CRECIMIENTO EN ALTURA SEGUN
TIPO DE CONTAINERS EN *Eucalyptus regnans*

TIPO DE CONTAINER	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.

4.1.2.6 Sustrato

Según Jaywickrama et al. (1993) el sustrato utilizado comúnmente en las grandes empresas es corteza de pino descompuesta.

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, esta 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 por el contrario es muy liviana la mezcla puede ser por ejemplo 60% tierra corriente y 40% tierra vegetal. Antes de efectuar la mezcla, la tierra corriente debe ser harneada para obtener 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, por ejemplo.

4.1.2.6 Desarrollo, manejo y nutrición de las plantas

Es conveniente, a lo largo del desarrollo de las plántulas, ir reordenando los tubetes de manera de dejar aquellas de igual tamaño siempre juntas, para que su desarrollo sea más homogéneo, y no se produzcan severos problemas de competencia entre plantas muy desarrolladas y plantas con menor desarrollo. De esta manera también se les

puede aplicar tratamientos diferenciados en cuanto a riegos y fertilizaciones, dependiendo del tamaño de las plantas.

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

Se debe tratar de obtener una planta con una relación tallo-raíz balanceada. Esta relación puede ser de 2,5 (tallo) a 1 (raíz). En el caso que el crecimiento en altura sobrepase excesivamente esta relación se deben cortar las puntas de las plantas. Se debe tratar de obtener plantas con un diámetro mínimo de 3 mm, ojalá más.

Durante el desarrollo de las plántulas se debe controlar el 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.

A partir de marzo se comienza el tratamiento de 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 de las plantas desde el vivero y su traslado a terreno para la plantación.

4.2 ESTABLECIMIENTO

4.2.1 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 entre 25 a 30 cm de altura, con tallo y hojas bien desarrollados, 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 bulldozer, 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 pl/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 podía producir la aparición de insectos, por lo que se aplicó un programa regular de insecticidas esparciendo carbaryl y metasystox, lo cual fue repetido durante las primeras cuatro temporadas. Además se limpiaron 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 y el dosel parcialmente cerrado impidió el desarrollo de otras especies competidoras. De igual modo, la aplicación de insecticidas fue suspendida ya que los ataques por estos agentes fue mínima (Op cit.).

Si bien los resultados de las parcelas con **Eucalyptus regnans** no son las más alentadoras en términos de la productividad observada, son útiles algunos resultados auxiliares tales como el observado en parcelas ubicadas a altitudes expuestas a temperaturas de congelamiento y nieve, que confirman que estos agentes pueden producir graves daños al crecimiento e incluso la muerte de las plantas (Turnbull et al., 1988).

4.2.2 Densidad de plantación

En Chile ha sido tradicional la plantación de eucaliptos a 2x2 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. Hoy en día en cambio, existe la tendencia a considerar éste último valor al momento de decidir el espaciamiento (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 de 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 que no deberían plantarse más de 2000 ni menos de 1200 árboles por hectárea. Con densidades menores se retrasa el cierre del dosel, prolongando la competencia del pasto , 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, pero que para sitios pobres una densidad menor (3 x 2,5 m) sería necesaria. También señalan que para la producción de madera aserrada o postes de transmisión, el espaciamiento no debería ser menor a 3,0 x 2,5 m.

4.2.3 Riegos

El riego no es considerado un tratamiento común en el establecimiento de bosques de **Eucalyptus**. Sin embargo puede ser necesario como un tratamiento de emergencia para salvar un plantación que está muriendo por causa de una sequía muy 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 no de 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 las plantas pasen el período seco (Op cit.).

4.2.4 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. Por sus características de crecimiento se sabe que necesitan un intensivo tratamiento al suelo con posterior fertilización.

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** en general 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 influencia significativamente sólo el crecimiento en altura. Los resultados indican que la competencia de malezas y arbustos es un muy importante elemento restrictivo 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, aplicados antes de la plantación, al igual que herbicidas tales como glifosato o amitrol, resultan en un significativo incremento en el desarrollo en altura de las plantas luego de dos años después de la plantación, probablemente por la larga duración del efecto de estos herbicidas. El tratamiento pre-plantación más barato de los probados en ese estudio podría ser una mezcla de amitrol con simazina (2 kg/ha y 3 kg/ha respectivamente), y amitrol con dalapon (2 kg/ha 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; sin embargo, se debe considerar que la propyzamida es cara.

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 la de Roundup con 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 Roundup y simazina 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

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 de fuste promedio fue de 1.900 m³/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).

Las tasas de crecimiento en rodales naturales jóvenes en los mejores sitios en Victoria son comúnmente de 15 a 20 m³/ha/año (Eldridge et al., 1993).

Ha crecido bien en ensayos en localidades templadas protegidas en Portugal y Sudáfrica y a altas altitudes en los trópicos 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 siguientes condiciones (Cuadro 8 y 9):

CUADRO 8
CONDICIONES DEL ENSAYO DE SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO
REALIZADO EN TASMANIA EN *Eucalyptus regnans*

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

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

CUADRO 9
RESULTADOS DE SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO INICIAL
DE ENSAYO EN *Eucalyptus regnans*

	PROCEDENCIA	SITIO	EDAD (años)					TOTAL
			1	2	3	4	5	
SOBREVIVENCIA (%)	1	60	100	100	100	100	100	
		240	100	100	97	90	80	
		440	100	97	92	80	73	
		650	100	92	83	67	65	
	2	60	100	100	100	100	100	
		240	100	90	73	63	58	
		44	100	100	93	87	80	
		650	100	95	58	35	30	
INCREMENTO EN ALTURA (m/año)	1	60	0,78	2,25	1,99	1,52	1,51	8,1
		240	0,49	1,32	1,14	1,17	1,37	5,5
		440	0,4	0,97	1,26	1,02	0,49	4,2
		650	0,45					
	2	60	1,07	2,64	2,01	1,02	1,34	8,1
		240	0,7	1,41	1,51	1,38	1,27	6,3
		44	0,39	0,74	1,11	1	0,41	3,7
		650	0,55					
INCREMENTO EN DIAMETRO (cm/año)	1	60				1,69	2,04	8,2
		240				1,21	1,75	5,1
		440				1,55	0,97	4,3
		650						
	2	60				1,58	1,97	9,3
		240				1,56	2,19	6,8
		44				1,4	0,93	3,6
		650						

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

Procedencia 1 : Moogara, Tasmania, 42° 47' S, 490 msnm

Procedencia 2 : Creek, Victoria, 38°27'S, 500 msnm

En estos ensayos se realizó un manejo intensivo del suelo, limpiando primero la vegetación existente con bulldozer, 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 un distanciamiento de 2x2 m (Cuadro 7).

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

Entre **E. regnans**, **E. delgatensis**, **E. pauciflora**, **E. globulus**, **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 antes descrito, a 650 msnm el frío comprometió la sobrevivencia de estas especies. **E. regnans** y **E. delegatensis** fueron muy afectados por el viento, observándose un mayor porcentaje de árboles caídos que en las otras especies. Al observar las raíces de los árboles caídos, determinaron que las 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 presentan raíces mas profundas y vigorosas.

En el cuadro 10 se presentan antecedentes sobre el crecimiento de la especie en Australia y Nueva Zelandia.

CUADRO 10
CRECIMIENTO DE EUCALYPTUS REGNANS EN AUSTRALIA
Y NUEVA ZELANDIA

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	2,2
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	2,2
17	24,1	29,5	1,42	1,74
19	s/a	s/a	s/a	s/a

Fuente: Frederick et al. (1985); Poole (1986); Wilcox y Thulin (1983) y Baker (1983).

IMA*: incremento medio anual calculado por bibliografía.

s/a: sin antecedentes.

Correa (1991) determinó la concentración de elementos nutritivos en el follaje de **E.regnans** y **E.delegantesis** en una plantación de seis años evaluando previamente el crecimiento del rodal (Cuadro 11).

CUADRO 11
ESTADO DE CRECIMIENTO DEL RODAL DE E. REGNANS

RODAL	DIAMETRO			ALTURA			IMA	
	MIN	MAX	PROM	MIN	MAX	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 a la altura del pecho.

H: altura total.

ÁRB.DOM.: árboles dominantes.

En el cuadro 11 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.

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 (1979 cit por Correa 1991).

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 midiendo incrementos de diámetros anuales sobre los 2,5 cm.

En Chile, 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 (fig.8).

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 mejor que **E. delegatensis** y **E. obliqua**. Se aprecia en estos ensayos (anexo II) 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).

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**.

Cotterill **et al.** (1985) compararon el crecimiento de 36 especies de eucaliptos, a los 18 meses y cuatro 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 12).

Figura 8.-

Eucalyptus regnans a los 15 años
Fundo Leonera (VIII Región)



CUADRO 12
MEDIAS DE CRECIMIENTO PARA Eucalyptus regnans A LOS 18 MESES
Y CUARTO AÑO DE PLANTACION

	Sobrevivencia (%)	Diámetro (cm/árbol)	Altura fuste (m/árbol)	Volumen * (dm3/árbol)
A 18 meses	95	7,7	5	9
4 año		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 cuatro años. La de mayor crecimiento fue **E. regnans** de Mirboo East (Victoria) y la de peor desarrollo fue **E. regnans** Otway Messmate (Vic.), que corresponde a un especie intermedia entre poblaciones de **E. regnans** y **E. obliqua** (Cuadro 13).

CUADRO 13
MEDIAS PARA CADA PROCEDENCIA DE ALTURA DE FUSTE, DIAMETRO
(A 50 CM) Y VOLUMEN DE FUSTE A LOS 4 AÑOS DESPUES DE LA
PLANTACION

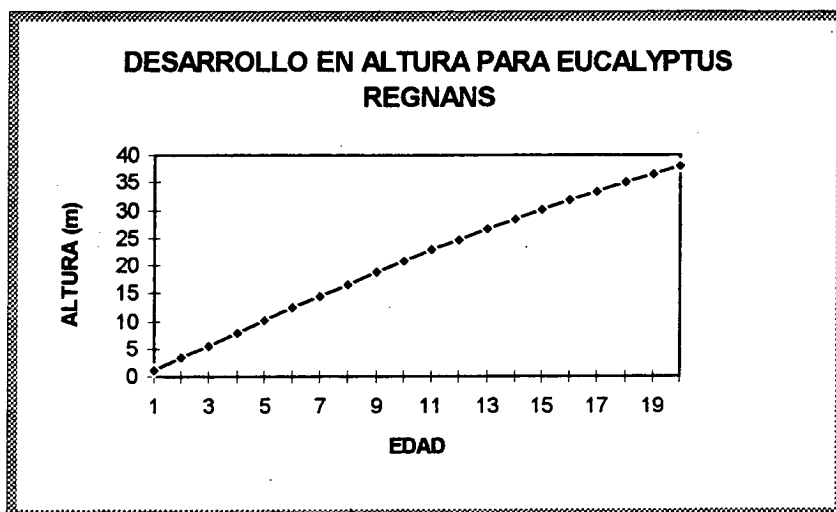
Procedencias	Diámetro (cm/árbol)	Altura fuste (m/árbol)	Volumen * (dm3/árbol)
E. regnans Mirboo East (Vic.)	15.8	9.6	65.3
E. regnans Mount Dissappointment (Vic.)	15.5	9.4	60.2
E. regnans Moogara (Tas.)	15.5	9.8	63.2
E. regnans Otway Messmate (Vic.)*	14.4	8.8	48.7

* Especie intermedia entre poblaciones de **E. regnans** y **E. obliqua**

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

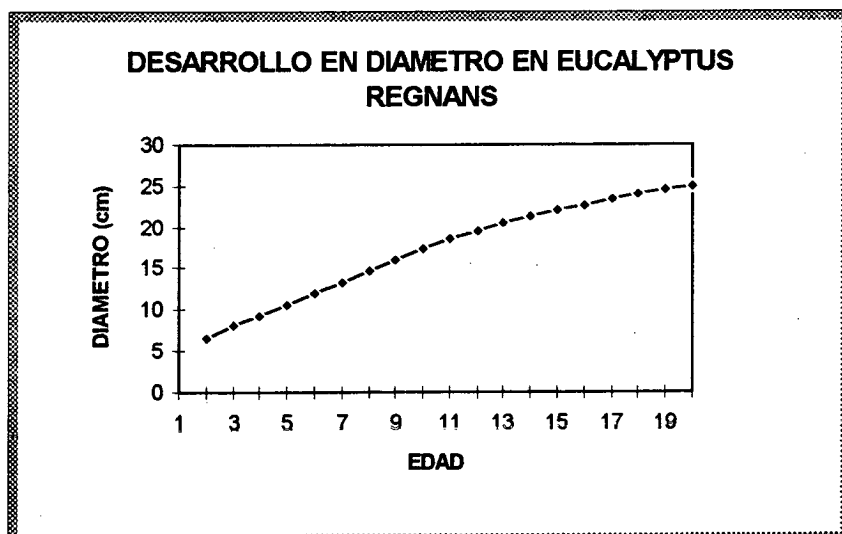
En Chile se desarrollo un simulador de crecimiento para los distintos eucaliptos que se incluyeron en el programa de introducción de especies forestales. Este permite simular el crecimiento de **E. regnans** obteniéndose los siguientes resultados para su crecimiento en altura, diámetro y volumen para una clase de sitio I (fig. 9, 10 y 11).

FIGURA 9



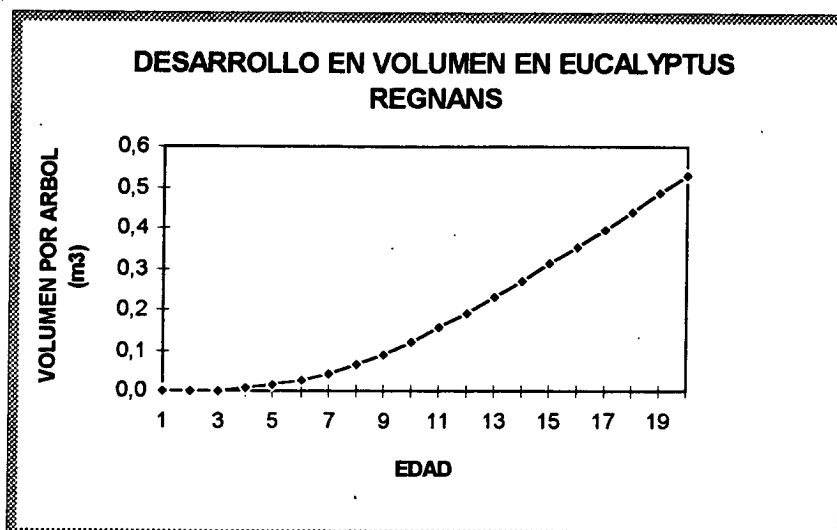
Fuente: INFOR (1995a).

FIGURA 10



Fuente: INFOR (1995a).

FIGURA 11



Fuente: INFOR (1995a).

En Chile, los crecimientos obtenidos con **E. regnans** en las parcelas de introducción de especies varían entre los 26,1 y 62,6 m³/ha/año según el sitio y procedencia de la semillas (anexo II; 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 el 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 de oceánica de Los Lagos se mantiene una tasa de incremento alta pero menor que en la zona anterior.

CUADRO 14
ANTECEDENTES DE CRECIMIENTO SEGUN ZONA Y UNIDAD
EDAFOCLIMATICA

ZONA MEDITERRANEA SEMIÁRIDA						
UNIDAD EDAFOCLIMATICA	ENSAYO	EDAD	DAP (cm)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
Paredones	Sn. Antonio de Petrel	16	19,3	20	464	29
ZONA MEDITERRANEA CENTRAL						
UNIDAD EDAFOCLIMATICA	ENSAYO	EDAD	DAP (cm)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
Constitución	Las Cañas	16	19,3	25,2	460	29
Concepción	Leonera	15	23,4	32,9	775	52
	Sta. Ana	15	19	21,3	392	26
Arauco	Antiquina	15	22,3	23,3	940	63
	Amulay y Cullinquico	15	21,8	27,6	738	49
ZONA OCEANICA DE LOS LAGOS						
UNIDAD EDAFOCLIMATICA	ENSAYO	EDAD	DAP (cm)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
Los Lagos	Sn. Antonio de Loncoche	15	23	15,5	237	16
Valdivia	Llancacura	16	18	19,9	524	33
	Crucero Nuevo	11	14	16,8	129	12
	Nueva Etruria	10	18	19,1	383	38
Cordillera Sur	Trafún	15	18	15,4	277	18

Fuente: Barros y Rojas (1987).

4.3.2 Productividad

En Australia, en plantaciones con mejora en la selección de sitio, prácticas de establecimiento y huerto semillero se logran rendimientos de más de 30 m³/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 m³/ha/año (Eldridge **et al.**, 1993). En Australia, se ha observado que bosques de *E. regnans* que han regenerado después de una quema, han alcanzado incrementos volumétricos de 50 m³/ha/año (Attiwill, 1994).

Se ha especulado que la cosecha y posterior quema de estos sitios conlleva a una pérdida de nutrientes, y por lo tanto a una pérdida de productividad. Sin embargo, no hay evidencia de pérdida de productividad después de una quema o cosecha, debido a que la regeneración de la especie rápidamente toma los nutrientes, los microorganismos los

inmovilizan y la fijación de nitrógeno aumenta, permitiendo la conservación de estos (Op. cit.).

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

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 Chile, según INFOR-CORFO (1986), la especie presenta sus mayores desarrollos en la zona costera de la VIII región, en donde en buenos sitios puede tener incrementos volumétricos medios (IMA) superiores a los 50 m³/ha/año.

Lo anterior también se comprueba en Nueva Zelanda donde se obtuvieron mediciones en una plantación de 13 años de edad con: 40,7 cm de diámetro medio, 28,5 m de altura media y 307 m³/ha de volumen (Wilcox y Thulin, 1979 cit. por Hernández y Morales, 1985).

En un estudio de productividad de sitio se 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 m³/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 m³/ha/año, respectivamente. Con estas tasas de crecimiento se puede esperar que a los 20 años se alcance un volumen de 990 m³/ha y el sitio para la especie será cercano a los 49 m.

Sin embargo, en la zona precordillerana andina de la X Región (Predio Trafún, Panguipulli), los 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 es 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.globulus**, **E.delegatensis** y **E.regnans**, 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 evaluados 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/año)	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 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 dos 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 COMPARACION (años)	16		17		14	
INDICE	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).

Esta especie ha sido probada en un amplio rango de condiciones ecológicas en nuestro país y en la mayoría de los casos ha demostrado una buena adaptación y desarrollo. En los sitios más favorables **E. regnans** supera en crecimiento a **P. radiata** constituyéndose en una de las especies de más rápido crecimiento ensayadas en el país, junto a **E. nitens** y **E. delegatensis** (Prado et al., 1986).

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:

$$\log_{10} (D2H/V) = 4,762 - 5.613/(D + 127)^2$$

Donde D (cm), H (m) y V (m3)

$$V = D2H / 10 (4,767 - (5.613/(D + 127)^2))$$

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 y Pryor (1978) y Opie et al. (1978) 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 como especie 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 plantas producidas por propagación vegetativa (Prado, 1989).

El manejo del monte alto se aplica cuando se requiere madera de una determinada calidad o para fines determinados, los que se logran a través de un régimen de manejo bien definido. En consecuencia el manejo de monte alto se basa en elementos que constituyen el establecimiento, los que se indican en el punto 4.2.

Dado que en Chile la silvicultura del eucalipto no esta muy desarrollada, no se dispone de información precisa que permita recomendar esquemas de manejo para distintos objetivos de producción. Sin embargo literatura extranjera sugiere esquemas de manejo para la producción de madera aserrada.

4.3.3 Raleos y Fertilización

En plantaciones de eucaliptos destinadas a la producción de pulpa no se aplican raleos. Las rotaciones para la producción de pulpa pueden ser de 8 a 10 años para obtener un volumen total de 300 a 350 m³/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 Zelandia 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 aplicar raleos y en algunos casos fertilizar. La plantación normalmente se establece con una densidad muy superior a la densidad final de cosecha, de manera de 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 tamaño mínimo, 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 árb/ha; el control se realizó dos años después, con los siguientes resultados :

CUADRO 17
RESPUESTA DE *Eucalyptus regnans* AL RALEO

TRATAMIENTO	INCREMENTO		
	DIAMETRO (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
T2F2	4,7	4,0	31,1
EFEECTO T0	2,2	3,4	76,3
EFEECTO T1	4,4	3,6	72,5
EFEECTO T2	4,7	3,8	29,7

Fuente: Messina (1991).

Según el cuadro 17 los mejores resultados tanto en altura como diámetro, se obtuvieron al dejar 350 árb/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 árb/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; este, en general fue superior al de 150 árb/ha, promoviendo en mayor medida el crecimiento en altura que en diámetro.

Por otro lado, se determinó que la fertilización no tuvo ningún 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 tuvo un incremento significativamente mayor que F2.

Investigaciones australianas han verificado los efectos de los raleos tienen sobre el crecimiento individual en renovables 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 disponibles 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 PRODUCCION DE MADERA ASERRADA

EDAD	DENSIDAD (ÁRB/HA)
0	1.370
3-5	750
7-9	500
11-13	300
25-30	0

Fuente: Poynton. (1981).

Opie et al. (1978) cit. por Prado (1989) en Australia, señalan que para sitios de buena calidad y buen acceso y 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), deben ser intensamente raleados 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; INFOR-CORFO, 1986; FAO, 1979), 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.

Los mismos autores indican tres tipos de zona central del tronco. La primera es el centro conteniendo madera con pudrición y decoloración asociada, o también manchas; luego está el cilindro central defectuoso que contiene los muñones de las ramas podadas, la médula y las cicatrices de oclusión; el tamaño de este cilindro defectuoso se expresa en función de su diámetro. Finalmente está la zona de resquebrajadura, la cual contiene madera caracterizada por fracturas a través del grano como resultado de stress de compresión longitudinal.

El cilindro central que contiene pudrición, tras la poda, se limita a la sección definida por la forma del tronco al momento de la poda, pues la pudrición prácticamente no

avanza en sentido radial; la porción del árbol que contiene los muñones de las ramas podadas es el componente principal del cilindro defectuoso, delimitando el diámetro del árbol al momento de la poda la extensión radial del diámetro sobre muñón (DOS). Según Deadman y Calderón cit. por Glass y McKenzie (1989), el DOS en **Eucalyptus regnans** creciendo en Nueva Zelanda puede ser predecido en base al DAP, el diámetro más grande de la rama podada y la altura del DOS desde la base.

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

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 para **regnans** se estima que es similar a la de pino insigne, 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 sin duda comprometen 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, con la intención de obtener un cilindro central nudoso de 75 mm en el caso de 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 EUCALYPTUS
DE RAPIDO Y MEDIO CRECIMIENTO

TASA DE CRECIMIENTO	ALTURA PREDOMINANTE (m)	ALTURA DE LA PODA (m)
RAPIDO	6-7,5	50% de altura
	9	5
	12	7,5
	15	10
MEDIO-RAPIDO	7,5	50% de altura
	10,5	5
	13,5	7,5
	16,5	10

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 (1967; 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 diámetro, 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 del autor 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 concluye que la poda intensiva de ramas vivas no es recomendable (Prado, 1989).

5. PRODUCCION 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, donde naturalmente se distribuye, dependen principalmente de **E. regnans**, y otras dos especies del grupo "ash", **E. delegatensis** y **E. obliqua** (Eldridge et al., 1993).

5.1 CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION

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/m³. La densidad básica es de 465 kg/m³ (Nueva Zelandia), 410-580 kg/m³ (Australia) y 463 kg/m³ (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 altas 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) y 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 y de preservación dificultosa.

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 FISICO-MECANICAS DE LA MADERA DE E. REGNANS EN
ESTADO VERDE

		SAN ANTONIO DE PETREL COLCHAGUA (VI REGION)		TRAFUN -VALDIVIA (X REGION)	
SOLICITACION O PROPIEDAD	UNIDAD	N° PROBETAS	MEDIA	N° PROBETAS	MEDIA
PROPIEDADES FISICAS					
Contenido de Humedad	%	90	114,5	90	169,1
Densidad Aparente	kg/m ³	90	875,0	90	948,0
Densidad Básica	kg/m ³	90	412,0	90	372,0
Densidad Anhidra	kg/m ³	90	517,0	90	525,0
FLEXION ESTATICA					
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
FLEXION DINAMICA (TENACIDAD)					
Resistencia rotura tangencial	N. cm	12	3749,7	12	2877
Resistencia rotura radial	N. cm	12	3438,9	12	2270
COMPRESION 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
COMPRESION 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
TRACCION NORMAL					
Tensión de rotura tangencial	kg/cm ²	6	40,2	6	44,0
Tensión de rotura radial	kg/cm ²	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 FISICO-MECANICAS DE LA MADERA DE E. REGNANS EN
ESTADO SECO

		SAN ANTONIO DE PETREL COLCHAGUA (VI REGION)		TRAFUN -VALDIVIA (X REGION)	
SOLICITACION O PROPIEDAD	UNIDAD	N° PROBETAS	MEDIA	N° PROBETAS	MEDIA
PROPIEDADES FISICAS					
Contenido de Humedad	%	49	12,3	61	12,1
Densidad Aparente	kg/m ³	49	521,6	61	501,6
Densidad Básica	kg/m ³	49	476,7	61	449,6
Densidad Anhidra	kg/m ³	49	503,5	61	475,9
FLEXION ESTATICA					
Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm ²	-	-	-	-
Tensión de rotura	kg/cm ²	-	-	-	-
Módulo de Elasticidad	kg/cm ²	-	-	-	-
FLEXION DINAMICA (TENACIDAD)					
Resistencia rotura tangencial	N. cm	8	2627	9	1643,7
Resistencia rotura radial	N. cm	9	2859	7	1410,0
COMPRESION PARALELA					
Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm ²	3	363,5	3	227,0
Tensión de rotura	kg/cm ²	3	477,1	3	436,4
Módulo de Elasticidad	kg/cm ²	3	102,52	3	88,29
COMPRESION NORMAL					
Tensión en Límite de Proporcionalidad	kg/cm ²	3	69,0	4	65,2
Tensión de rotura	kg/cm ²	3	119,9	4	128,7
CIZALLE					
Tensión de rotura tangencial	kg/cm ²	4	106,3	6	97,0
Tensión de rotura radial	kg/cm ²	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
TRACCION NORMAL					
Tensión de rotura tangencial	kg/cm ²	-	-	3	41,5
Tensión de rotura radial	kg/cm ²	-	-	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), en un estudio de características de la madera de **E. regnans** por el Instituto Forestal, **E. regnans** presenta valores de densidad menores a los obtenidos en su lugar de origen (0,44 gr/cm³ comparado con 0,57 a 0,8 gr/cm³). Sus propiedades pulpables no serían satisfactorias, debido a esta baja densidad y a la poca longitud de sus fibras (0,79 mm).

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 las plantaciones en Nueva Zelanda tienen como objetivo lograr un DAP mínimo final de 70 a 75 cm.

5.2 PRODUCCION 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, siendo la producción más bien nula. Sin embargo, es posible usar como referencia la producción de **E. globulus**.

En la zona central (regiones V, VI y Metropolitana) esta última especie se utiliza principalmente con fines energéticos o de infraestructura, mientras que en la VIII región se concentra la producción de madera aserrada, revestimientos, chapas y otros productos (INFOR-CORFO, 1986).

Actualmente existe un mercado para la madera pulpable de eucalipto en empresas que utilizan la fibra corta en su proceso productivo como Santa Fé cuya producción anual alcanza las 238.000 ton. La compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (C.M.P.C.) en Laja trabaja con eucalipto para producción interna y a futuro el Complejo Arauco tendrá una línea de producción con fibra corta.

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 **et al.**, 1981) 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 y en la industria de la celulosa y el papel (Hall **et al.**, 1963; FAO, 1979; INFORCORFO, 1986).

Debido a la facilidad que presenta **E. regnans** para absorber sales preservantes, también puede ser usada para estacas y postes impregnados (FAO, 1981. cit. Prado, 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, 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	
VII 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	135.582

Fuente: INFOR (1995b)

Luego, de acuerdo a la serie de precios de trozas de **E. globulus** de INFOR 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 oscila 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 del **E. regnans**, los precios estimados de trozas de esta especie a "orilla de camino" se indican en el cuadro 23.

CUADRO 23
PRECIOS A ORILLA DE CAMINO

PRODUCTO	PRECIO (\$/m3)
Troza Pulpable	8.450
Troza Aserrable	18.108
Troza para Chapa	39.970

Fuente: INFOR (1995b).

6. EVALUACION ECONOMICA

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**, como se mencionó anteriormente. De ese programa se obtuvo información sobre las mejores procedencias, crecimientos y algunas consideraciones técnicas sobre la plantación (densidades, sobrevivencia, 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. Las parcelas fueron diseñadas con otro propósito, por lo cual sus características están lejos de ser las ideales para estudios de crecimiento, lo cual ha limitado la calidad de los resultados; sin embargo, ésta es la única fuente de datos actualmente disponible que cubre los rangos de edades y geográficos adecuados y que permite 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, N°árboles/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 m³/ha/año. Para el cálculo de volumen de árboles individuales se utilizó la ecuación definida para **Eucalyptus regnans** por Hernández y Morales (1985):

$$V = 0,0438047 - 0,00323896 \cdot H + 0,0000337571 \cdot DAP^2 \cdot H$$
$$r = 0,9562$$

V : m³ 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 678 m³/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 EVALUACION

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.

La evaluación consideró tres escenarios; uno optimista que presenta una situación de costos bajos de establecimiento, manejo y administración, y precios altos de los productos; un escenario normal, donde se evalúa a costos y precios probables y un escenario pesimista que evalúa a costos altos de establecimiento, manejo y administración, y precios bajos de los productos. Estos mismos escenarios se evaluaron con y sin bonificación forestal, que reembolsa el 75% de los costos de establecimiento, administración y de las dos primeras podas, siendo estos montos fijados por CONAF.

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 suelo, bajo un determinado esquema de manejo (Chacón, 1995). Se eligió este indicador ya que permite

comparar económicamente distintas edades de rotación, bajo el concepto de rotaciones infinitas. Este no considera el valor comercial del suelo, y se define de la siguiente forma:

$$VES = \frac{VAN * (1+i)^R}{(1+i)^R - 1}$$

donde,

R: rotación de la especie

i: tasa de actualización

VAN: valor presente neto

Este valor se interpreta como el precio máximo a pagar por el suelo de manera de obtener una renta igual a cero; por lo tanto si el VES es mayor que el valor comercial del terreno la rentabilidad del proyecto es positiva, en caso contrario; la rentabilidad sería negativa.

En los resultados se analiza este indicador gráficamente para los diferentes escenarios evaluados, de manera de mostrar el área en la cual el inversionista puede alcanzar rangos de utilidades.

Se consideraron tres tasas de actualización; 6%, 8% y 10%, las que se determinaron según el tipo de inversionista, es decir, pequeños, medianos ó grandes inversionistas.

Se debe tener presente que si bien el indicador empleado proyecta infinitas rotaciones de la plantación, para efectos de la evaluación de la rentabilidad con bonificación estatal a la forestación, ésta sólo beneficia a la primera de ellas. Para la segunda y sucesivas rotaciones la bonificación no se considera en la evaluación.

Por último, como la evaluación considera un horizonte infinito, es pertinente establecer una razón de cambio en los precios e ingresos. Sin embargo, en lo que a mano de obra se refiere, la información disponible para nuestro país es reciente y no refleja con claridad un alza de este costo. En el caso de los ingresos por producto de **Eucalyptus**, tampoco las fuentes de antecedentes indican un incremento de sus precios. En conclusión, tanto los costos como los ingresos se consideran constantes para esta evaluación.

6.3 SUPUESTOS BASICOS

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
Dolar 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 optimista:

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

- Escenario normal:

El costo de la mano de obra corresponde al salario moda pagado por la empresas forestales a nivel nacional.

- Escenario pesimista:

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

COSTO/ JORNADA (\$)		
costo alto	costo medio	costo bajo
4.908	3.681	2.454

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 por ha (2,7 x 2,7 m), con plantas tipo 1:0 a raíz cubierta.

Los costos de establecimiento incluyen los costos de reducción de desechos, de preparación de suelos, de plantación, los insumos tales como plantas de vivero, fertilizantes, control de conejos, control de malezas y materiales de cerco. Estos se encuentran detallados en el Anexo VI.

6.4.2 Costos de manejo

En los costos de manejo se ha considerado la mano de obra contratada para realizar el desbroce, las podas y los raleos (Anexo V).

6.4.3 Costos de cosecha

Los costos de cosecha incluyen las faenas de volteo y madereo de los árboles al final de la rotación, así como los campamentos necesarios para dichas faenas. También incluye los costos de construcción de caminos realizados en años anteriores al primer raleo comercial (Anexo V).

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 incluyeron dentro de este punto el costo en 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 V).

6.4.5 Costos de mantención

Los costos de mantención incluyen los costos de mantención de los cortafuegos a partir del segundo año hasta el año 18, realizándose esta actividad cada dos años (Anexo V).

6.4.6 Costos de protección forestal

El análisis considera tres aspectos en lo que se refiere a protección, control y combate de incendios, guardería y control de plagas y enfermedades. Los dos primeros son considerados como costos anuales (Anexo VI).

6.5 DETERMINACION 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 (\$/m ³)		
	Mínimo	Normal	Máximo
Madera pulpable	7.605	8.450	9.295
Madera aserrable	16.297	18.108	19.918

Fuente: INFOR (1995b).

6.6 ESQUEMA DE MANEJO SEGUN EL TIPO DE ESCENARIO

El esquema de manejo evaluado se basa en un esquema de manejo para **Eucalyptus** propuesto por Poynton (1981), para la producción de madera aserrada muy utilizado 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 m³/ha/año

Tipo de manejo: intensivo

Objetivo: madera aserrable y pulpable.

Eul1: Situación optimista, costos bajos-precios altos.

Eul2: Situación probable, costos probables - precios probables.

Eul3: Situación pesimista, costos altos-precios bajos.

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

CUADRO 26
ESQUEMA DE MANEJO PARA *Eucalyptus regnans*
EN LEONERA (escenario pesimista)

Edad (años)	Nº árb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m ³ /ha)	Actividad	Observaciones
0	1333				Roce Reducción de desechos Cortafuego Control de malezas pre-plantación Plantación Fertilización Control de malezas post-plantación	Mediano Ordenamiento en fajas Ancho 4 m Control total aéreo, Roundup (11 l/ha). Plantas a raíz cubierta 300 gr/árb (N,P,K, oligoelementos y quelatos) puntual alrededor del vástago (15 cm) Control puntual Roundup (4 l/ha) y simazina (5 l/ha)
1					Desbroce Fertilización	Manual con rendimiento mediano 300 a 400 g/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
5	750	10,1	10,65		Raleo a desecho Poda 1 Fertilización	A los 5 mt de altura a los 600 mejores árboles. 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos.
9	500	18,8	19,46		1 ^{er} raleo comercial Poda 2 Fertilización	Al 50% de la altura total 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos.
13	300	26,6	29,66		2 ^{do} raleo comercial Poda 3 Fertilización	Al 50% de la altura total 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos.
20		38,1	46,12		Cosecha	Considera campamentos, volteo y madereo con torre.

CUADRO 27
ESQUEMA DE MANEJO PARA *Eucalyptus regnans*
EN LEONERA (escenario probable)

Edad (años)	Nº árb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1333				Roce Reducción de desechos Cortafuego Plantación Control de malezas post-plantación Fertilización	Liviano Trituración de desechos Ancho: 4 m. Plantas a raíz cubierta Control puntual Roundup (4 l/ha) y simazina (5 l/ha) 300 gr/árb (N,P,K, oligo- elementos y quelatos) puntual a los lados del vástago (a 15 cm)
1					Fertilización	300 a 400 g/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
5	750	10,1	10,65		Raleo a desecho Poda 1 Fertilización	A los 5 mt de altura a los 600 mejores árboles. 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos
9	500	18,8	19,46		1 ^{er} raleo comercial Poda 2 Fertilización	Al 50% de la altura total 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos
13	300	26,6	29,66		2 ^{do} raleo comercial Poda 3 Fertilización	Al 50% de la altura total 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos
20		38,1	46,12		Cosecha	Considera campamentos, volteo y madereo con Skidder

CUADRO 28
ESQUEMA DE MANEJO PARA *Eucalyptus regnans*
EN LEONERA (escenario optimista)

Edad (años)	Nº árb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m ³ /ha)	Actividad	Observaciones
0	1333				Roce Cortafuego Plantación Control de malezas post-plantación Fertilización	Liviano Ancho: 4 m. Plantas a raíz cubierta Control puntual Roundup (4 l/ha) y simazina (5 l/ha). 300 gr/árb (N,P,K, oligo- elementos y quelatos) puntual a los lados del vástago (a 15 cm)
1					Fertilización	300 a 400 g/árb de N,P,K, oligoelementos y quelatos
5	750	10,1	10,65		Raleo a desecho Poda 1 Fertilización	A los 5 mt de altura a los 600 mejores árboles. 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos
9	500	18,8	19,46		1 ^{er} raleo comercial Poda 2 Fertilización	Al 50% de la altura total 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos
13	300	26,6	29,66		2 ^{do} raleo comercial Poda 3 Fertilización	Al 50% de la altura total 600 g/arb. de N,P,K oligoelementos y quelatos
20		38,1	46,12		Cosecha	Considera campamentos, volteo y madereo con Skidder

6.7 RESULTADOS DE LA EVALUACION

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

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

CUADRO 29
RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA PARA *Eucalyptus regnans*
(M\$/ha)

ESCENARIOS	IMA (m ³ /ha/año)		
	10%	8%	6%
SIN BONIFICACION			
Costos bajos-precios altos	1.316	2.139	3.366
Costos y precios probables	762	1.456	2.296
Costos altos y precios bajos	64	614	1.448
CON BONIFICACION			
Costos bajos-precios altos	1.511	2.339	3.571
Costos y precios probables	958	1.656	2.700
Costos altos y precios bajos	771	1.498	2.584

El valor económico del suelo indica la rentabilidad del proyecto de inversión bajo una cierta tasa de descuento o actualización, obteniéndose los mejores resultados con una tasa del 6% para los distintos escenarios, lo cual permite al inversionista comparar el proyecto con una tasa de retorno del capital similar a éste.

El VES también puede ser interpretado como el valor máximo a pagar por el suelo; en este caso los valores varían entre \$64.000/ha y \$3.366.000/ha, según la tasa de descuento considerada, siendo obviamente la alternativa más rentable la de costos bajos - precios altos, con una tasa de actualización del 6% (Cuadro 25).

Uno de los aspectos de mayor incidencia en la rentabilidad de estos proyectos es el costo de la mano de obra considerado. Este factor explica en un alto porcentaje las diferencias resultantes tanto en el escenario pesimista como en el optimista respecto de la situación probable (Anexo VI).

Si se consideran los valores comerciales de los terrenos (Cuadro 30) en las distintas zonas de crecimiento sin bonificación, se obtienen valores económicos netos del suelo que fluctúan entre los \$-486.000/ha y los \$2.816.000/ha, según

las distintas tasas de actualización y escenario; es decir, la rentabilidad neta de las plantaciones con **E. regnans** varían entre los \$-486.000 y los \$2.816.000 por hectárea, incluido en valor del suelo.

CUADRO 30
VALOR COMERCIAL DEL SUELO

Zona de crecimiento	Valor esperado del suelo (\$/ha)
34 m ³ /ha/año	550.000

Al considerar el efecto de la bonificación estatal, ésta mejora la rentabilidad neta a \$221.000/ha y \$3.021.000/ha.

El análisis realizado a las plantaciones de **E. regnans** arrojó resultados positivos en todas las situaciones planteadas, bajo el supuesto de un incremento volumétrico anual de 34 m³/ha/año, por lo cual lo que hace recomendar plantar **E. regnans** en sitios de buena calidad. Con ello se asegura la se obtención de un volumen interesante a cosechar para obtener madera aserrada.

En el Anexo IV se pueden encontrar las fichas técnicas de cultivo según el esquema de manejo propuesto, los costos totales por unidad de superficie, los ingresos por productos, los flujos de fondo y los indicadores económicos empleados para cada una de las tasas evaluadas, los cuales fundamentan los resultados precedentes.

Los Anexos IX y X muestran gráficamente los resultados obtenidos en la evaluación económica para las distintas zonas de crecimiento y tasas de actualización utilizadas.

6.8 CONCLUSIONES

Las plantaciones de **Eucalyptus regnans** presentan una rentabilidad 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 m³/ha/año y más en la zona de Arauco, valores que no se alejan de los rendimientos de la especie en otros países.

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

Pinus, 1996 Idem A lozano

BIBLIOGRAFIA

- ✓ 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.
- ✓ 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 Cordillera de la Costa - X región. Informe Técnico N°88, INFOR-CORFO. 36 pp.
- 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 pp.
- ✓ 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 pp.
- ✓ 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. pp.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 pp.
- ✓ BROOKER, M. Y. H., KLEINIG, D. A. 1993. Yield guide to **Eucalyptus**. Vol. 1. Inkata Press. Melbourne y Sydney. 299 pp.
- ✓ COGOLLOR, G. 1986. **Phoracantha semipunctata** en plantaciones de **Eucalyptus** spp. Revisión bibliográfica. Santiago, Chile. CONAF/PNUD/FAO. 43 p. Documento de trabajo n°06.

- ✓ 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
- ✓ CHACON, I. 1995. Decisiones económico financieras en el manejo forestal. Universidad de Talca, Chile. 248 p.
- ✓ 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 Y 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. **Eucalypt** 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.
- ✓ 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. Y COTTERILL, P. 1988³. 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.
- top
1983

- ✓ 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 of Australia. Department 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 timbers in New Zealand. Part V: notes on timber properties and test methods. Forest Research Institute, New Zealand Forest Service Private Bag, Rotorua, New Zealand.
- ✓ HERNANDEZ, 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 pp.
- ✓ HIDALGO A., D. 1988. Resultados de ensayos de introducción de especies forestales, predios Niltre, Railén Entrerrios. Provincia Valdivia. En: Simposio Manejo Silvícola del **Eucalyptus**. Viña del Mar, Chile.
- ✓ INSTITUTO FORESTAL (INFOR). 1995a. Indices de sitio 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 pp.
- ✓ JACOBS, M. R. 1981. El **eucalyptus** en la repoblación forestal. Colección FAO. Montes N° 11. FAO, Roma. 723 pp.
- ✓ 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. ¹⁹⁷⁸ Effects of sowing time and container type on height growth and survival of seedlings of **Eucalyptus regnans**. Canadian Journal of Forest Research 9: 478- 483.
- ✓KILE, G. 1974. Insect defoliation in the Eucalypt regrowth forests of southern Tasmania. Australian 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.
- ✓MCKIMM, R., J. Y FLINN, D., W. 1979. **Eucalyptus** species, site preparation and fertiliser requirements for forestation of the Toorongo Plateau in Central Victoria. Australian Forestry 42 (2): 117-124.
- ✓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.
- ✓MELO, R. ; PAZ, J.; ROJAS, M.; SOLIS, A.; CARRASCO, B.; RIVERA, G.; BARRIGA, A. 1981. Evaluación de recursos fibrosos en la sub-región andina. Suplemento Parte II Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. 39 p. Concepción, Chile
- ✓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, 1992. Response of **Eucalyptus regnans** F. Muell. To thinning and urea fertilization in New Zealand. Forest Ecology and Management 51: 269 - 283.
- ✓MORAN, G.; BELL, J. Y GRIFFIN, A. 1989. Reduction in levels of inbreeding on a seed orchard of **Eucalyptus regnans** F. Muell. compared with natural populations. Silvae Genetica 38 (1): 32-36.

- ✓ 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 pp. 65 ref.
- ✓ OLD, M.; GOBBS, R.; CRAIG, Y.; MYERS, B.; YUANG, Z. 1990. Effect of drought and defoliation on the susceptibility 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 all sizes. Forests Commission, Victoria. Forestry Technical Papers 25: 27-30
- ✓ 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 Panguipulli, provincia de Valdivia. Informe Técnico n°64. División Forestal, Departamento de Silvicultura. INFOR.
- ✓ _____. 1981. Los **Eucalyptus** en la VIII Región, una perspectiva interesante. In: 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: Simposio Manejo Silvícola del **Eucalyptus**. Viña el Mar, Chile.
- ✓ _____. 1989. Establecimiento de plantaciones. En : **Eucalyptus**, principios de silvicultura y manejo. CORFO-INFOR. Santiago, Chile. 57 - 78. Pp.
- ✓ 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 pp.

- ✓ 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 beetle, **Chrysophtharta bimaculata** Olivier, in Tasmania. Forest Ecology and Management 72:21-29.
- ✓ 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. Y MCLEOD, D. 1988. Volume production in intensively managed **eucalypt** plantations. Appita-Journal 41 (6): 447-450.
- ✓ TURNBULL, C. R. A.; MCLEOD, D. E.; BEADLE, 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 Y INGLIS, D., J. 1984. Present value of regrowth **eucalypt** forest in southern Tasmania. Australian Forestry 47 (4): 259-265.
- ? WEST, P. W.; MATTAY, J. P. 1993. Yield prediction models and comparative growth rates for six **eucalypt** species. Australian Forestry 56(3): 211-225.
- ✓ WEST, P., W. Y OSLER, G., H. 1995. Growth response to thinning and its relation to site resources in **Eucalyptus regnans**. Revue canadienne de recherche forestière. 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.

ANEXO I

MAPAS DE CRECIMIENTO POTENCIAL EN CHILE

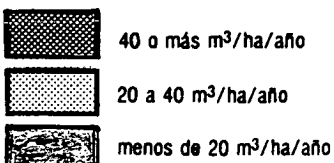
MAPA N° 1

AREAS SUGERIDAS PARA LA FORESTACION

Eucalyptus regnans

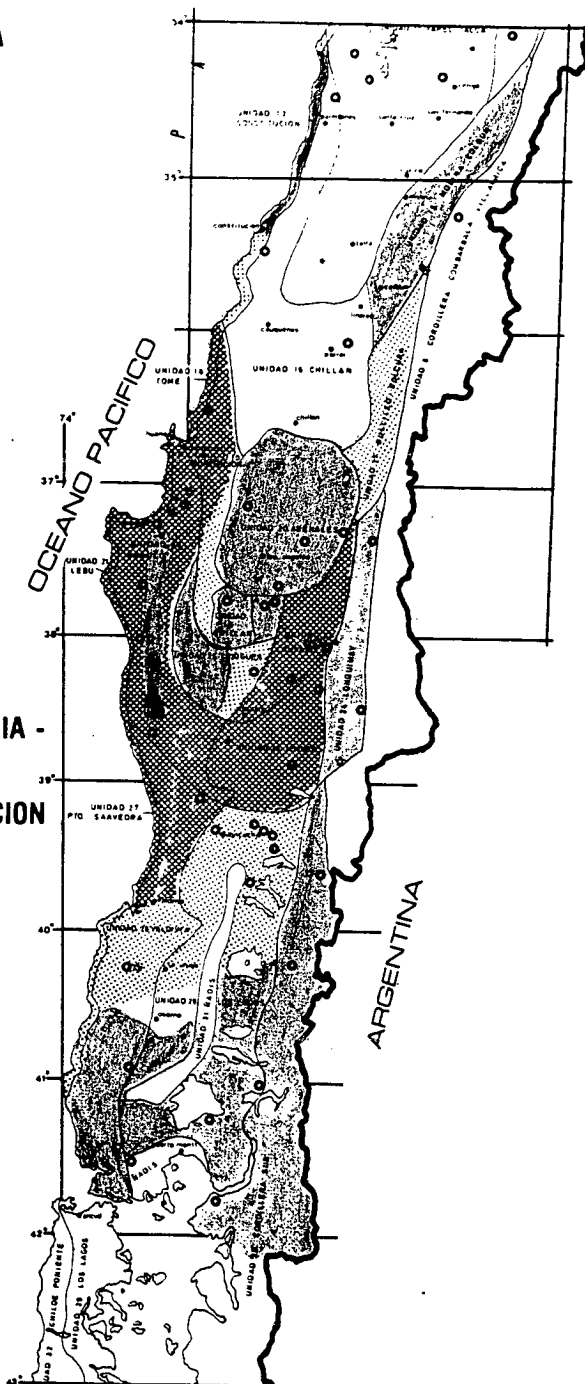
SEGUN UNIDADES
EDAFOCLIMATICAS
HOMOGENEAS

CRECIMIENTO POTENCIAL



○ ENSAYOS FASE ELIMINATORIA -
ADAPTACION

★ ENSAYOS FASE COMPROBACION



ESCALA APROXIMADA 1:5.000.000

ANEXO II

RESUMEN DE CRECIMIENTO DE EUCALYPTUS REGNANS

TABLA RESUMEN

LUGAR	OBSERVACIONES	PROCEDENCIA	EDAD (años)	Nº ARB. (árbo/ha)	SUPERV. (%)	H (m)	IMA H (m/año)	DAP (cm)	IMA DAP (cm/año)	VOL. (m³/ha)	IMA VOL. (m³/año)	FUENTE
Predio San Antón de Petrel (Comuna de Pichilemu, VI región)		Procedencia 312 Powelltown (Victoria) 6394	10,0	800		13,70	1,37					Barros S. y Rojas P., 1980
Predio Nitre (comuna Panguipulli)		Australia, Leveale (12024) 42°31'S-147°33'E, 480 msnm	10,0	1.780		15,10	1,51					Barros S. y Rojas P., 1980
Predio Ralién (com. Los Lagos)		Australia, Leveale (12024) 42°31'S-147°33'E, 480 msnm	6,0	2.500	64	5,00	0,83					Hidalgo, 1988
Predio Liencacura (comuna La Unión, prov. Valdivia, X reg)		Australia, Leveale (12024) 42°31'S-147°33'E, 480 msnm	6,0	2.500	84	8,00	1,33					Hidalgo, 1988
Las Cañas (U. Edaf. Constitución)			7,0	2.500	88	5,15	0,74	6,50	0,93			Barros S. y Barros D., 1980
Fundo Leonera (U. Edaf. Concepción)	Mejor crec. que E. globulus. E. fastigata. E. melliodora Mejores crecimientos que Pinus radiata del mismo ensayo		10	2500	56	19,7	1,97	16,8	1,68	460,00	28,75	Barros y Rojas, 1979
Fundo Leonera (U. Edaf. Concepción)			16,0	1.467		25,20	1,58	19,30				INFOR-CORFO, 1986
Fundo Leonera (U. Edaf. Concepción)	Mejor crecimiento que Pinus radiata en el mismo ensayo	Mount Wellington (Tasmania) (6783) 42°54'S-147°14'E, 275 msnm, 631 mm	15,0	1.333		32,90	2,19	23,40	1,56	775,00	51,67	Prado J. A. y Rojas P., 1979
Fundo Leonera (U. Edaf. Concepción)	Mejor crecimiento que Pinus radiata en el mismo ensayo	Powelltown (Victoria) (6394) 37°52'S-145°45'E, 1472 mm	10,0	2.500	65	24,70	2,47	17,30	1,73			
Fundo Leonera (U. Edaf. Concepción)	Peor crecimiento que Pinus radiata en el mismo ensayo	Victoria (4691)	10,0	2.500	41	21,30	2,13	20,00	2,00			
Santa Ana (Unid. Edaf. Concepción)			10,0	2.500	43	10,00	1,00	12,10	1,21			
Santa Ana (Unid. Edaf. Concepción)			15,0	1.533		21,30	1,42	19,00	1,27	392,00	26,13	Prado, J. A. 1981
Antiquina (U. Edaf. Arauco)			10,0				1,30		1,20		8,70	
Antiquina (U. Edaf. Arauco)			15,0	2.200		23,30	1,55	22,30	1,49	940,00	62,67	Prado, J. A. 1981
Aruley Quillico (U. Edaf. Arauco)			10,0				1,90		1,90		40,80	
Aruley Quillico (U. Edaf. Arauco)			15,0	1.700		21,70	1,80	26,70	1,70	546,00	36,40	Prado, J. A. y Rojas, P. 1980
Mulchén (U. Edaf. Arenales)			10,0				1,45		1,78		12,30	Prado, J. A. 1981
Trafulén			13,0				1,60		1,40		13,50	Barros, 1982
Mount Gambier (Sur-este del sur de Australia)	Trabajo al suelo a 30 cm de profundidad Control de malezas manual y químico y fertilización E. regnans en 5º lugar después de E. globulus, E. nitens, E. vitinialis, E. botryoides	5 procedencias distintas	1,5 4,0	1.389 1.389	95	5,00 9,40	3,33 2,35	7,7* 15,3*	5,13 3,83	9 dm³/arb	0,00	Cotterill et al., 1985

* Diámetro a 50 cm de la superficie

ANEXO III

CUADRO RESUMEN DE ANTECEDENTES

CUADRO RESUMEN 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. -Presenta una magnífico tronco, una copa que parece pequeña pero considerable cuando es medida.	Hall et al. (1963) FAO (1979). 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 de 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 la especie ha sido establecida comercialmente.	Turnbull y Pryor (1978) cit. por INFOR-CORFO (1986).

CARACTERÍSTICA	ANTECEDENTES	CITA BIBLIOGRÁFICA
Aspectos reproductivos	-El período de floración se desarrolla entre los meses de diciembre a mayo. La polinización se produce por insectos o aves. -Cada kilo de semillas contiene aprox. 900.000 semillas con una viabilidad de 181.000 sem/kg. -La especie se regenera muy bien después de incendios naturales o quema de desechos.	Ashton (1975). FAO (1979). Cremer (1971) West y Inglis (1984).
Aspectos genéticos	-Existe variación según la procedencia en cuanto a la resistencia al frío. - En Chile se encontraron diferencias en rendimiento según la procedencia de la semilla. Procedencias del centro sur de Tasmania presentaron los mejores rendimientos. -Existe una significativa variación genética entre y dentro de poblaciones.	Wilcox et al. (1980) Prado (1981) INFOR-CORFO (1986) Eldridge (1993)

CARACTERÍSTICA	ANTECEDENTES	CITA BIBLIOGRÁFICA
Requerimientos ecológicos	-Es especie exigente del medio, intolerante a las sequías o heladas severas. -Requiere al menos de 1000 mm de precipitación distribuida a lo largo de todo el año. -La humedad y las neblinas son comunes en los bosques de E. regnans. -Su mejor desarrollo lo alcanza en suelos francos, profundos, moderadamente fértiles, con buen drenaje, húmedos pero no saturados. - Temperaturas mínimas absolutas entre -7°C y -8°C. Y máximas absolutas de 43,5°C.	Eldridge et al. (1993). Griffin et al. (1982) Hall et al. (1963) Johnson y Wilcox cit. por Droguett (1991)
Altitud	- Las altitudes más bajas a las cuales se le encuentra son: Victoria a 152 msnm y Tasmania a 305 msnm - Las altitudes mayores en su distribución natural en Victoria alcanza los 915 msnm y en Tasmania los 610 msnm	Hall et al. (1963). FAO (1979).

CARACTERÍSTICA	ANTECEDENTES	CITA BIBLIOGRÁFICA
Plagas y enfermedades	-Dentro de los insectos y hongos que afectan al E. regnans están: Chysophtharta bimaculata , Didymuria violescens , Endothia gyrosa , Phoracarantha semipunctata , Botryosphaeria ribis y Phytophthora cinnamomi .	Raymond (1995). Mazanec (1967). Cogollor (1986).
Propagación natural	-Su regeneración en los bosques naturales se lleva cabo dejando entre 7-12 árboles semilleros por ha, complementada con un preparación de la cama de semillas, mediante la quema de desechos. -En cuanto a la regeneración vía tocón, ésta especie raramente rebrota de tocón.	Cremer (1971). Pederick cit. por Eldrige et al. (1993) Turnbull y Prior; Opie et al. cit por Prado (1990) 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. -Se recomienda sembrar los primeros quince días de octubre. -En otros países se usa la planta a raíz desnuda pero con un adecuado acondicionamiento.	Balneaves et al. (1985). INFOR-CORFO (1986). Jayawickrama et al. (1993).

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 2*2 m, 2,7*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 en una herramienta común en otros países al realizar manejo intensivo.	Prado (1989) Messina (1990)
Crecimiento	-En Victoria en rodales naturales se tienen crecimientos entre 15-20 m³/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.	Eldridge et al. (1993). Prado y Rojas (1979).

CARACTERÍSTICA	ANTECEDENTES	CITA BIBLIOGRÁFICA
Crecimiento	- Los rangos de crecimientos encontrados en Chile varían entre los 26 y 63 m ³ /ha/año.	Prado (1981).
Tratamientos silviculturales	- Los raleos son utilizados en plantaciones de eucaliptos cuando el objetivo 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 trabajarla, se usa ampliamente para madera aserrada, ebanistería, mueblería, chapas y otras terminaciones.	Eldridge et al. (1993). Hall et al. (1963). FAO (1979).

ANEXO IV

FICHAS TECNICAS

Eucalyptus regnans, rotación de 20 años (IMA =)

Modalidad 1:

Costos bajos - Precios altos

Tipo de manejo: Intensivo

Producción madera aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,76 \$

Valor U.F. (15/11/1995)

Volumen Primer Raleo Comercial
11 m³

Volumen Segundo Raleo Comercial 35 m³

Volumen a Cosechar 678 m³

Superficie base 5 ha

[illegible]

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento			Precio Unitario			Total Labores			Precio Total	
			Valor	Unidad		Valor	Unidad		Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F/ha)
2.2 Fertilización	0	Julio- Agosto											
Mano de obra			650	pl/ha		2454	\$/or		2,0	jor/ha	4908	12,1	0,396
Ropa de seguridad						32	\$/or				65	0,2	0,005
Materiales						2	\$/or				4	0,0	0,000
Insumos			300	N,P, K, B(1%) gr/planta		129	\$/kg		390	kg/ha	50193	123,7	4,050
3.- Cuidados posteriores													
3.1.- Control de malezas	0	Septiembre											
Mano de obra			0,5	jor/ha		2454	\$/or				1227	3,0	0,099
Ropa de seguridad						28	\$/or				14	0,0	0,001
Materiales						14	\$/or				7	0,0	0,001
Insumos			4,0	Round up (4 l/ha)		3186	\$/l				12744	31,4	1,028
			4	Simazina (4 l/ha)		1593	\$/l				6372	15,7	0,514
4.- Manejo													
4.1.- Raleo a desecho	5	Primavera											
Mano de obra			2	jor/ha (550 arb/ha a extraer)		2454	\$/or				4466	11,0	0,360
Ropa de seguridad						14	\$/or				26	0,1	0,002
Materiales						56	\$/or				102	0,3	0,008
4.2.- Primera poda	5	Primavera											
Mano de obra			7	jor/ha (600 arb/ha a podar)		2454	\$/or				16196	1425,7	468,375
Ropa de seguridad						11	\$/or				71	6,3	2,061
Materiales						7	\$/or				48	4,2	1,374
4.3- Fertilización	5	Primavera											
Mano de obra			650	pl/ha		2454	\$/or		1,2	jor/ha	2832	7,0	0,228
Ropa de seguridad						32	\$/or				37	0,1	0,003
Materiales						2	\$/or				2	0,0	0,000
Insumos			600	N,P, K, B(1%) gr/planta		129	\$/kg		450	kg/ha	57915	142,7	4,673
4.4.- Primer raleo comercial	9	Primavera- Verano											
Mano de obra			4	(250 arb/ha a extraer)		2454	\$/or		3	jor/ha	7965	19,6	0,643
Marcación			500	m3/jor arb/jor		2454	\$/or		0,5	jor/ha	1227	3,0	0,099
Ropa de seguridad						15	\$/or				47	0,1	0,004
Materiales						56	\$/or				181	0,4	0,015
4.5.- Segunda poda	9	Primavera											
Mano de obra			5	jor/ha (500 arb/ha a podar)		2454	\$/or				12270	1080,1	354,829
Ropa de seguridad						11	\$/or				54	4,8	1,562
Materiales						15	\$/or				77	6,7	2,212
4.6.- Fertilización	9	Primavera											
Mano de obra			650	pl/ha		2454	\$/or		0,8	jor/ha	1888	4,7	0,152
Ropa de seguridad						32	\$/or				25	0,1	0,002
Materiales						2	\$/or				1	0,0	0,000
Insumos			600	N,P, K, B(1%) gr/planta		129	\$/kg		300	kg/ha	38610	95,2	3,115

Labores		Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores			Precio Total	
				Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F/ha)
4.7.- Segundo raleo comercial	Mano de obra	13	Primavera- Verano	5	(200 arb/ha a extraer)	2454	\$/jor	7	jor/ha	16972	41,8	1,369
	Marcación			500	arb/jor	2454	\$/jor	0,4	jor/ha	982	2,4	0,079
	Ropa de seguridad					14	\$/jor			100	0,2	0,008
	Materiales					56	\$/jor			386	1,0	0,031
4.8.- Tercera poda	Mano de obra	13	Primavera	8	jor/ha (400 arb/ha a podar)	2454	\$/jor			19632	1728,2	567,727
	Ropa de seguridad					11	\$/jor			86	7,6	2,499
	Materiales					15	\$/jor			122	10,8	3,540
4.9.- Fertilización	Mano de obra	13	Primavera	650	pl/ha	2454	\$/jor	0,5	jor/ha	1133	2,8	0,091
	Ropa de obra					32	\$/jor			65	0,2	0,005
	Materiales					2	\$/jor			4	0,0	0,000
	Insumos			600	N,P, K, B(1%) gr/planta	129	\$/kg	180	kg/ha	23166	57,1	1,869
5.- Mantenición	5.1.- Mantenición cortafuego		Octubre-Noviembre	2,33	h/km	15000	\$/ha	210	m.l/ha	7340	18,1	0,592
6.- Cosecha	6.1.- Volteo	20	Camino estabilizado Todo el año	12	m3/jor	2454	\$/jor	56	jor/ha	138631	341,7	11,185
	Mano de obra					14	\$/jor			813	2,0	0,066
	Ropa de seguridad					56	\$/jor			3152	7,8	0,254
	Materiales											
6.2.- Maderero	Maquinaria (Skidder)	20	Camino estabilizado Todo el año	40	m3/jor	2481	\$/m3	17	jor/ha	1681870	4145,0	135,693
6.3.- Construcción de caminos		8	Primavera			489	\$/m3			331155	816,1	26,717
6.4.- Campamentos			Según faena			48	\$/m3			32400	79,9	2,614

Eu12	Eucalyptus regnans, rotación 20 años, (IMA:)
Modalidad 2:	Costos y Precios probables
Tipo de manejo:	Intensivo
Objetivos:	Producción madera aserrable- pulpable
Valor dolar (15/11/1995)	405,76 \$
Valor U.F. (15/11/1995)	12394,7 \$
Volumen Primer Raleo Comercial	11 m ³
Volumen Segundo Raleo Comercial	35 m ³
Volumen a Cosechar	678 m ³
Superficie base	5 ha

Labores		Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario			Total Labores		Precio Total	
				Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F/ha)
1.- Preparación del sitio 1.1.- Roce Mano de obra Ropa de seguridad Materiales	0	Primavera- verano (Octubre-Febrero)	6	jor/ha	3681 36 55	\$/jor \$/jor \$/jor				22086 216 332	54,4 0,5 0,8	1,782 0,017 0,027
	0	Enero-Marzo								65000	160,2	5,244
	0	Enero-Febrero	1,86	h/km	28000	\$/h	210	m.l/ha	10937	27,0		0,882
	0	Enero-Marzo	6	jor/ha	3681 36 300	\$/jor \$/jor \$/poste			23190 227 29100	57,2 0,6 71,7	1,871 0,018 2,348	
1.4.- Construcción de cercos Mano de obra Ropa de seguridad Insumos			1,3	postes/ha rollos alambre/ha	12732	\$/rollo			16552	40,8	1,335	
	0	Octubre - Febrero	2,0	h/ha	11700	\$/ha			23400	57,7	1,888	
2.- Plantación 2.1.- Plantación Mano de obra Ropa de seguridad Materiales Insumos Fletes	0	15 Mayo- 30 Agosto	450	p/jor	3681 36 29	\$/jor \$/jor \$/jor			10634 104 83	26,2 0,3 0,2	0,858 0,008 0,007	
			1300	p/ha	68 2450	\$/pl \$/ha			88400 2450	217,9 6,0	7,132 0,198	

Labores		Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores			Precio Total	
				Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F/ha)
2.2.- Fertilización	Mano de obra	0	Septiembre	650	pl/ha	3681	\$/or	2,0	jor/ha	7362	18,1	0,594
	Ropa de seguridad					36	\$/or			72	0,2	0,006
	Materiales					2	\$/or			4	0,0	0,000
	Insumos			300	N,P, K, B(1%) gr/planta	143	\$/kg	390	kg/ha	55770	137,4	4,500
3.- Cuidados posteriores	3.1.- Control de malezas	0	Septiembre	0,5	jor/ha	3681	\$/or			1841	4,5	0,148
	Mano de obra					31	\$/or			16	0,0	0,001
	Ropa de seguridad			4,0	Round up (4 l/ha)	3540	\$/l			14160	34,9	1,142
	Materiales			4	Simazina (4 l/ha)	1770	\$/l			7080	17,4	0,571
4.- Manejo	4.1.- Raleo a desecho	5	Primavera	2	jor/ha (550 arb/ha a extraer)	3681	\$/or			7362	18,1	0,594
	Mano de obra					16	\$/or			32	0,1	0,003
	Ropa de seguridad					62	\$/or			124	0,3	0,010
	Materiales											
4.2.- Primera poda	Mano de obra	5	Primavera	7	jor/ha (600 arb/ha a podar)	3681	\$/or			24295	2138,6	702,562
	Ropa de seguridad					12	\$/or			79	7,0	2,290
	Materiales					8	\$/or			53	4,6	1,527
4.3.- Fertilización	Mano de obra	5	Septiembre	650	pl/ha	3681	\$/or	1,2	jor/ha	4247	10,5	0,343
	Ropa de seguridad					36	\$/or			42	0,1	0,003
	Materiales					2	\$/or			2	0,0	0,000
	Insumos			600	N,P, K, B(1%) gr/planta	130	\$/kg	450	kg/ha	58500	144,2	4,720
4.4.- Primer raleo comercial	Mano de obra	9	Primavera	4	(250 arb/ha a extraer)	3681	\$/or	3	jor/ha	10454	25,8	0,843
	Marcación			500	m3/jor	3681	\$/or	0,5	jor/ha	1841	4,5	0,148
	Ropa de seguridad				arb/jor	16	\$/or			46	0,1	0,004
	Materiales					62	\$/or			176	0,4	0,014
4.5.- Segunda poda	Mano de obra	9	Primavera	6	jor/ha (600 arb/ha a podar)	3681	\$/or			23558	2073,8	681,272
	Ropa de seguridad					12	\$/or			77	6,8	2,221
	Materiales					17	\$/or			109	9,6	3,146

[illegible]

FICHA TÉCNICA Eucalyptus regnans

Eu13

Eucalyptus regnans, rotación de 20 años (IMA=).

Costos altos - Precios bajos

Intensivo

Producción madera aserrable- pulpable

405,76 \$

12394.7 \$

11 m³

35 m³

678 m³

5 ha

Epoca	Ren
-------	-----

Labores		Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total	
				Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio		0	Primavera-verano (Octubre-Febrero)	24	jor/ha	4908	\$/jor			117792	9,503
1.1.- Roce						40	\$/jor			950	0,077
Ropa de seguridad						61	\$/jor			1462	0,118
Materiales											
1.2.- Reducción de desechos		0	Enero-Marzo							110000	8,875
1.3.- Cortafuego (ancho 4 m)		0	Enero-Febrero	2	h/km	30800	\$/h	210	m.l./ha	12030	0,971
Maquinaria											
1.4.- Construcción de cercos		0	Enero-Marzo	6	jor/ha	4908	\$/jor			30920	2,495
Mano de obra						40	\$/jor			249	0,020
Ropa de seguridad				97	postes/ha	330	\$/poste			32010	2,583
Insumos				1	rollos de alambre/ha	14005	\$/rollo			18207	1,469
1.5.- Preparación de suelo		0	Octubre - Febrero	1,0	h/ha	34000	\$/ha			34000	2,743
Equipo (subsolado)											
1.6.-Control de malezas preplantación		0	Abril-Mayo			11820	\$/ha			11820	0,954
Aéreo										0	0,000
Ropa de seguridad				4,0	Round up (4 l/ha)	3894	\$/l			15576	1,257
Insumos				4	Simazina (4 l/ha)	1947	\$/l			7788	0,628

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total	
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(U F/ha)
2.- Plantación	0	15 Mayo-31 Agosto	350	pl/jor	4908	\$/jor			18230	44,9
2.1.- Plantación					40	\$/jor			147	0,4
Mano de obra					32	\$/jor			118	0,3
Ropa de seguridad					75	\$/planta			97240	239,6
Materiales					6405	\$/kg			18013	39,5
Insumos			1300	pl/ha	3100	\$/ha	2500	g/ha	3100	7,6
Gel			1	g Alginato de sodio/pl						
Fletes										
2.2.- Fertilización	0	Septiembre	650	pl/ha	4908	\$/jor	2,0	jor/ha	9816	24,2
Mano de obra					40	\$/jor			79	0,2
Ropa de seguridad					2	\$/jor			4	0,0
Materiales					157	\$/kg	390	kg/ha	61347	151,2
Insumos			300	N,P, K, B(1%) gr/planta						4,949
3.- Cuidados posteriores	0	Septiembre- Octubre	0,5	jor/ha	4908	\$/jor			2454	6,0
3.1 Control de malezas					34	\$/jor			17	0,0
Mano de obra					18	\$/jor			9	0,0
Ropa de seguridad					3894	\$/l			15576	38,4
Materiales			4,0	Round up (4 l/ha)	1947	\$/l			7788	19,2
Insumos			4	Simazina (4 l/ha)						0,628
3.2.- Desbroce	1	Primavera	5,5	jor/ha	4908	\$/jor			26994	66,5
Mano de obra					40	\$/jor			218	0,5
Ropa de seguridad					44	\$/jor			242	0,6
Materiales										
4.- Manejo	5	Todo el año de pre-ferencia en primavera	2	jor/ha (550 arb/ha a extraer)	4908	\$/jor			9816	24,2
4.1.- Raleo a desecho					18	\$/jor			36	0,1
Mano de obra					68	\$/jor			137	0,3
Ropa de seguridad										
Materiales										
4.2.- Primera poda	5	Primavera	7	jor/ha (600 arb/ha a podar)	4908	\$/jor			32393	2851,5
Mano de obra					13	\$/jor			87	7,7
Ropa de seguridad					9	\$/jor			58	5,1
Materiales										1,680
4.3 Fertilización	5	Septiembre	650	pl/ha	4908	\$/jor	1,2	jor/ha	5663	14,0
Mano de obra					40	\$/jor			79	0,2
Ropa de seguridad					2	\$/jor			4	0,0
Materiales					157	\$/kg	225	kg/ha	35393	87,2
Insumos			300	N,P, K, B(1%) gr/planta						2,855

Labores		Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
				Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
4.4.- Primer raleo comercial	Mano de obra	9	Primavera - verano Camino no estabilizado	4	250 arb/ha a extraer	4908	\$/jor	3	jor/ha	15930	39,3	1,285
	Marcación			500		4908	\$/jor	0,5	jor/ha	2454	6,0	0,198
	Ropa de seguridad					18	\$/jor		58	0,1	0,005	
	Materiales					68	\$/jor		222	0,5	0,018	
4.5.- Segunda poda	Mano de obra	9	Primavera	8	jor/ha (600 arb/ha a podar)	4908	\$/jor			36810	3240,3	1064,488
	Ropa de seguridad					13	\$/jor		99	8,7	2,863	
	Materiales					19	\$/jor		140	12,3	4,056	
4.6.- Fertilización	Mano de obra	9	Septiembre	650	pl/ha	4908	\$/jor	0,8	jor/ha	3775	9,3	0,305
	Ropa de seguridad					40	\$/jor		79	0,2	0,006	
	Materiales					2	\$/jor		4	0,0	0,000	
	Insumos					157	\$/kg		47190	116,3	3,807	
4.7.- Segundo raleo comercial	Mano de obra	13	Primavera- Verano	5	(200 arb/ha a extraer)	4908	\$/jor	7	jor/ha	33944	83,7	2,739
	Marcación			500		4908	\$/jor	0,4	jor/ha	1963	4,8	0,158
	Ropa de seguridad					18	\$/jor		123	0,3	0,010	
	Materiales					68	\$/jor		473	1,2	0,038	
4.8.- Tercera poda	Mano de obra	13	Primavera	8	jor/ha (400 arb/ha a podar)	4908	\$/jor			39264	3456,3	1135,454
	Ropa de seguridad					13	\$/jor		106	9,3	3,054	
	Materiales					19	\$/jor		150	13,2	4,326	
4.9 Fertilización	Mano de obra	13	Septiembre	650	pl/ha	4908	\$/jor	0,5	jor/ha	2265	5,6	0,183
	Ropa de seguridad					40	\$/jor		79	0,2	0,006	
	Materiales					2	\$/jor		4	0,0	0,000	
	Insumos					157	\$/kg		28314	69,8	2,284	
5.- Mantenión			Octubre-Noviembre	2,7	h/km	15000	\$/h	210	m.l./ha	8411	20,7	0,679
6.- Cosecha												
6.1.- Volteo	Mano de obra	20	Camino estabilizado Todo el año	12	m3/jorn	4908	\$/jor	56	jor/ha	277261	683,3	22,369
	Ropa de seguridad					18	\$/jor		1009	2,5	0,081	
	Materiales					68	\$/jor		3860	9,5	0,311	
6.2.- Madereo	Maquinaria (Torre)	20	Camino estabilizado Todo el año	52	m3/jor	3265	\$/m3	13	jor/ha	2213344	5454,8	178,572
6.3.- Construcción de caminos		8	Primavera- verano			597	\$/m3	210	m.l./ha	404745	997,5	32,655
6.4.- Campamentos		20	Según faena			58	\$/m3			39600	97,6	3,195

ANEXO V

CUADRO RESUMEN DE COSTOS

COSTOS Eucalyptus regnans

COSTO DE ESTABLECIMIENTO

ITEM		UNID.	Eu11	Eu12	Eu13
Roce	Mano de Obra	\$/HA	7362	22086	117792
	Ropa de segur	\$/HA	97	216	950
	Materiales	\$/HA	119	332	1462
	Total	\$/HA	7579	22634	120203
Reducc. desechos		\$/HA	0	65000	110000
Cortafuego	Mano de Obra	\$/HA	9843	10937	12030
Cerco	Mano de Obra	\$/HA	15460	23190	30920
	Ropa de Segur	\$/HA	204	227	249
	Insumos	\$/HA	41086	45652	50217
	Total	\$/HA	66594	69068	81386
Control de malezas	Maquinaria	\$/HA	0	0	11820
Pre- plantación	Ropa de Segur	\$/HA	0	0	0
Aéreo	Insumos	\$/HA	0	0	23364
	Total	\$/HA	0	0	35184
Preparación suelos	Subsolado	\$/HA	0	0	34000
	Tractor Agrícol	\$/HA	0	23400	0
Plantación	Mano de Obra	\$/HA	5800	10634	18230
	Ropa de Segur	\$/HA	77	104	147
	Materiales	\$/HA	62	83	118
	Insumos	\$/HA	79560	88400	113253
	Fletes	\$/HA	1800	2450	3100
	Total	\$/HA	87299	101671	134847
Fertilización	Mano de Obra	\$/HA	4908	7362	9816
	Ropa de segur	\$/HA	65	72	79
	Materiales	\$/HA	4	4	4
	Insumos	\$/HA	50193	55770	61347
	Total	\$/HA	55169	63208	71247
Control de malezas	Mano de Obra	\$/HA	1227	1841	2454
Post- plantación	Ropa de Segur	\$/HA	14	16	17
Puntual	Materiales	\$/HA	7	8	9
	Insumos	\$/HA	19116	21240	23364
	Total	\$/HA	20364	23104	25844

COSTO DE MANEJO

ITEM		UNID.	Eu11	Eu12	Eu13
Desbroce	Mano de Obra	\$/HA	0	0	26994
	Ropa de segur	\$/HA	0	0	218
	Materiales	\$/HA	0	0	242
	Total	\$/HA	0	0	27454
Raleo a Desecho	Mano de Obra	\$/HA	4466	7362	9816
	Ropa de segur	\$/HA	26	32	36
	Materiales	\$/HA	102	124	137
	Total	\$/HA	4594	7519	9988
Primera Poda	Mano de Obra	\$/HA	16196	24295	32393
	Ropa de segur	\$/HA	71	79	87
	Materiales	\$/HA	48	53	58
	Total	\$/HA	16315	24427	32538
Fertilización	Mano de Obra	\$/HA	2832	4247	5663
	Ropa de segur	\$/HA	37	42	79
	Materiales	\$/HA	2	2	4
	Insumos	\$/HA	57915	58500	35393
	Total	\$/HA	60786	62791	41139
Primer Raleo Comercial	Mano de obra	\$/HA	7965	10454	15930
	Marcación	\$/HA	1227	1841	2454
	Ropa de segur	\$/HA	47	46	58
	Materiales	\$/HA	181	176	222
	Total	\$/HA	9421	12517	18664
Segunda Poda	Mano de Obra	\$/HA	12270	23558	36810
	Ropa de segur	\$/HA	54	77	99
	Materiales	\$/HA	77	109	140
	Total	\$/HA	12401	23744	37049
Fertilización	Mano de Obra	\$/HA	1888	2832	3775
	Ropa de segur	\$/HA	25	28	79
	Materiales	\$/HA	1	2	4
	Insumos	\$/HA	38610	38850	47190
	Total	\$/HA	40524	41711	51049
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	\$/HA	16972	25458	33944
	Marcación	\$/HA	982	1472	1963
	Ropa de segur	\$/HA	100	112	123
	Materiales	\$/HA	386	430	473
	Total	\$/HA	18439	27472	36503
Tercera Poda	Mano de Obra	\$/HA	19632	29448	39264
	Ropa de segur	\$/HA	86	96	106
	Materiales	\$/HA	122	136	150
	Total	\$/HA	19841	29680	39519
Fertilización	Mano de Obra	\$/HA	1133	1699	2265
	Ropa de segur	\$/HA	65	17	79
	Materiales	\$/HA	4	1	4
	Insumos	\$/HA	23166	23310	28314
	Total	\$/HA	24367	25026	30663

COSTO DE COSECHA

ITEM		UNID.	Eu11	Eu12	Eu13
Volteo	Mano de obra	\$/HA	138631	207946	277261
	Ropa de segur	\$/HA	813	917	1009
	Materiales	\$/HA	3152	3509	3860
	Total	\$/HA	142596	212372	282130
Madereo		\$/HA	1681870	1850057	2213344
Caminos		\$/HA	331155	367950	404745
Campamento		\$/HA	32400	36000	39600

COSTOS MANTENCION

ITEM		UNID.	Eu11	Eu12	Eu13
Costos mantención	Cortafuego	\$/HA	7340	7875	8411
	Caminos	\$/HA	0	0	0

COSTOS DE ADMINISTRACION

ITEM		UNID.	Eu11	Eu12	Eu13
Impuestos		(%)	0	0	0
Supervisión		\$/HA	9816	14724	19632
Seguro incendios, heladas y daño por viento	Primera mitad	\$/HA	2921	3246	3571
	Segunda mitad	\$/HA	2921	3246	3571
Depreciación		\$/HA	0	0	0

COSTOS DE PROTECCION FORESTAL

ITEM		UNID.	Eu11	Eu12	Eu13
Control y combate de incendios		\$/HA	2570	2856	3142
Guardería		\$/HA	2203	2448	2693

ANEXO VI

INGRESOS POR PRODUCTO

INGRESOS POR PRODUCTO

PRODUCTOS	PRIMER RALEO COMERCIAL			SEGUNDO RALEO COMERCIAL			COSECHA		
	Porcentaje (%)	Volumen m3/ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m3/ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m3/ha	Ingresos \$/ha
Eu11									
Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0	93	632	12588682
Madera Pulpable	0	0	0	74	26	241670	5	33	306735
Leña	100	11	96328	26	9	78814	2	13	113842
Total	100	11	96328	100	35	320484	100	678	13009259
Eu12									
Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0	93	632	11444256
Madera Pulpable	0	0	0	74	26	219700	5	33	278850
Leña	100	11	87571	26	9	71649	2	13	103493
Total	100	11	87571	100	35	291349	100	678	11826599
Eu13									
Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0	93	632	10299830
Madera Pulpable	0	0	0	74	26	197730	5	33	250965
Leña	100	11	78814	26	9	64484	2	13	98865
Total	100	11	78814	100	35	262214	100	678	10649660

ANEXO VII

FLUJOS DE FONDOS SIN BONIFICACION

Eu11	Eucalyptus regnans, rotación de 20 años.
Modalidad 1:	Costos bajos- Precios altos
Tipo de manejo:	Intensivo
Objetivos:	Madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenición	Administración	Protección		
0	226483			12737	4774		-243995
1				12737	4774		-17511
2			7340	12737	4774		-24851
3				12737	4774		-17511
4			7340	12737	4774		-24851
5		78824		12737	4774		-96335
6			7340	12737	4774		-24851
7				12737	4774		-17511
8		331155	7340	12737	4774		-356006
9		62345		12737	4774	96328	16472
10			7340	12737	4774		-24851
11				12737	4774		-17511
12			7340	12737	4774		-24851
13		62647		12737	4774	320484	240326
14			7340	12737	4774		-24851
15				12737	4774		-17511
16			7340	12737	4774		-24851
17				12737	4774		-17511
18			7340	12737	4774		-24851
19				12737	4774		-17511
20		1856866	7340	12737	4774	13009259	11127542
VES TASA	\$ 1.316.217 10%		VES TASA	\$ 2.139.418 8%		VES TASA	\$ 3.366.373 6%

Eu 12:	Eucalyptus regnans, rotación 20 años.
Modalidad 2:	Costos y Precios probables
Tipo de manejo:	Intensivo
Objetivos:	Madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección		
0	379022			17970	5304		-402296
1		0		17970	5304		-23274
2			7875	17970	5304		-31149
3				17970	5304		-23274
4			7875	17970	5304		-31149
5		94736		17970	5304		-118011
6			7875	17970	5304		-31149
7				17970	5304		-23274
8		367950	7875	17970	5304		-399099
9		77972		17970	5304	87571	-13675
10			7875	17970	5304		-31149
11				17970	5304		-23274
12			7875	17970	5304		-31149
13		82178		17970	5304	291349	185896
14			7875	17970	5304		-31149
15				17970	5304		-23274
16			7875	17970	5304		-31149
17				17970	5304		-23274
18			7875	17970	5304		-31149
19				17970	5304		-23274
20		2098429		17970	5304	11826599	9704896
VES	\$ 762.335		VES	\$ 1.455.700		VES	\$ 2.495.723
TASA	10%		TASA	8%		TASA	6%

Eu13:	Eucalyptus regnans
Modalidad 3:	Costos altos- Precios bajos
Tipo de manejo:	Intensivo
Objetivos:	Madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección		
0	624741			23203	5834		-653778
1		27454		23203	5834		-56491
2			8411	23203	5834		-37448
3				23203	5834		-29037
4			8411	23203	5834		-37448
5		83666		23203	5834		-112703
6			8411	23203	5834		-37448
7				23203	5834		-29037
8		404745	8411	23203	5834		-442193
9		69713		23203	5834	78814	-19936
10			8411	23203	5834		-37448
11				23203	5834		-29037
12			8411	23203	5834		-37448
13		106685		23203	5834	262214	126492
14			8411	23203	5834		-37448
15				23203	5834		-29037
16			8411	23203	5834		-37448
17				23203	5834		-29037
18			8411	23203	5834		-37448
19				23203	5834		-29037
20		2535073	8411	23203	5834	10649660	8077140
VES \$	63.763		VES \$	614.443		VES \$	1.447.631
TASA	10%		TASA	8%		TASA	6%

ANEXO VIII

FLUJOS DE FONDOS CON BONIFICACION

Eu11:	Eucalyptus regnans, rotación 20 años.
Modalidad 1:	Costos bajos- Precios altos
Tipo de manejo:	Intensivo
Objetivos:	Madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos		Flujo de
	Establecimiento	Manejo	Mantenición	Administración	Protección	Bonificación	Producción	Fondos
0	226483			12737	4774			-243995
1				12737	4774	204488		186977
2			7340	12737	4774	2610		-22241
3				12737	4774	2610		-14901
4			7340	12737	4774	2610		-22241
5		81695		12737	4774	2610		-96596
6			7340	12737	4774	766		-24085
7				12737	4774	766		-16745
8		331155	7340	12737	4774	766		-355240
9		62345		12737	4774	766	96328	17238
10			7340	12737	4774	766		-24085
11				12737	4774	766		-16745
12			7340	12737	4774	766		-24085
13		62647		12737	4774	766	320484	241092
14			7340	12737	4774	766		-24085
15				12737	4774	766		-16745
16			7340	12737	4774	766		-24085
17				12737	4774	766		-16745
18			7340	12737	4774	766		-24085
19				12737	4774	766		-16745
20		1856866	7340	12737	4774	766	13009259	11128308
VES	\$ 1.511.471		VES	\$ 2.339.271		VES		\$ 3.571.232
TASA	10%		TASA	8%		TASA		6%

Eu12:	Eucalyptus regnans, rotación de 20 años.
Modalidad 2:	Costos y Precios probables
Tipo de manejo:	Intensivo
Objetivos:	Madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos		Flujo de
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección	Producción	Bonificación	Fondos
0	379022			17970	5304			-402296
1				17970	5304		204488	181214
2			7875	17970	5304		2610	-28539
3				17970	5304		2610	-20664
4			7875	17970	5304		2610	-28539
5		94736		17970	5304		2610	-115401
6			7875	17970	5304		766	-30383
7				17970	5304		766	-22508
8		367950	7875	17970	5304		766	-398333
9		77972		17970	5304	87571	766	-12909
10			7875	17970	5304		766	-30383
11				17970	5304		766	-22508
12			7875	17970	5304		766	-30383
13		82178		17970	5304	291349	766	186662
14			7875	17970	5304		766	-30383
15				17970	5304		766	-22508
16			7875	17970	5304		766	-30383
17				17970	5304		766	-22508
18			7875	17970	5304		766	-30383
19				17970	5304		766	-22508
20		2098429	7875	17970	5304	11826599	766	9697787
VES	\$ 958.201		VES	\$ 1.655.818			VES	\$ 2.700.271
TASA	10%		TASA	8%			TASA	6%

Eu13:	Eucalyptus regnans, rotación 20 años.
Modalidad 3:	Costos altos- Precios bajos
Tipo de manejo:	Intensivo
Objetivos:	Madera aserrable- pulpable

Año	Costos				Ingresos		Flujo de Fondos	
	Establecimiento	Manejo	Mantenición	Administración	Protección	Bonificación		Producción
0	624741			23203	5834			-653778
1		27454		23203	5834	204488		147997
2			8411	23203	5834	2610		-34838
3				23203	5834	2610		-26427
4			8411	23203	5834	2610		-34838
5				23203	5834	2610		-26427
6		42526	8411	23203	5834	766		-79208
7				23203	5834	766		-28271
8			8411	23203	5834	766		-36682
9				23203	5834	766	78814	50543
10			8411	23203	5834	766		-36682
11				23203	5834	766		-28271
12			8411	23203	5834	766		-36682
13		404745		23203	5834	766	262214	-170802
14		55713	8411	23203	5834	766		-92395
15				23203	5834	766		-28271
16			8411	23203	5834	766		-36682
17				23203	5834	766		-28271
18			8411	23203	5834	766		-36682
19				23203	5834	766		-28271
20		76022	8411	23203	5834	766	10649660	10536957
VES	\$ 771.639		VES	\$ 1.498.958		VES		\$ 2.584.740
TASA	10%		TASA	8%		TASA		6%

ANEXO IX

VALOR ECONOMICO DEL SUELO (M\$/ha)

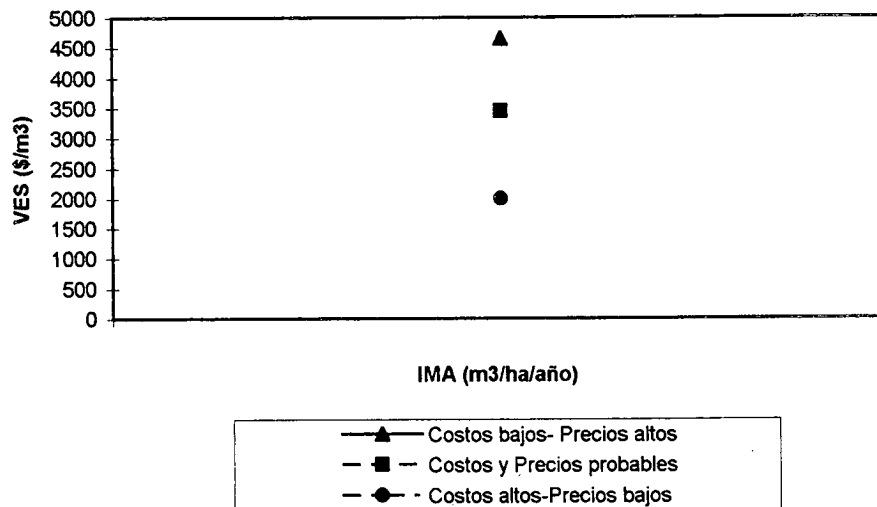
Eucalyptus regnans SIN BONIFICACION

Valor Económico del Suelo (\$/m3)

Tasa de actualización:6%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
Costos bajos- Precios altos	\$ 4.651
Costos y Precios probables	\$ 3.448
Costos altos-Precios bajos	\$ 2.000

Eucalyptus regnans SIN BONIFICACION
VALOR ECONOMICO DEL SUELO (\$/m3)
TASA DE ACTUALIZACION: 6 %

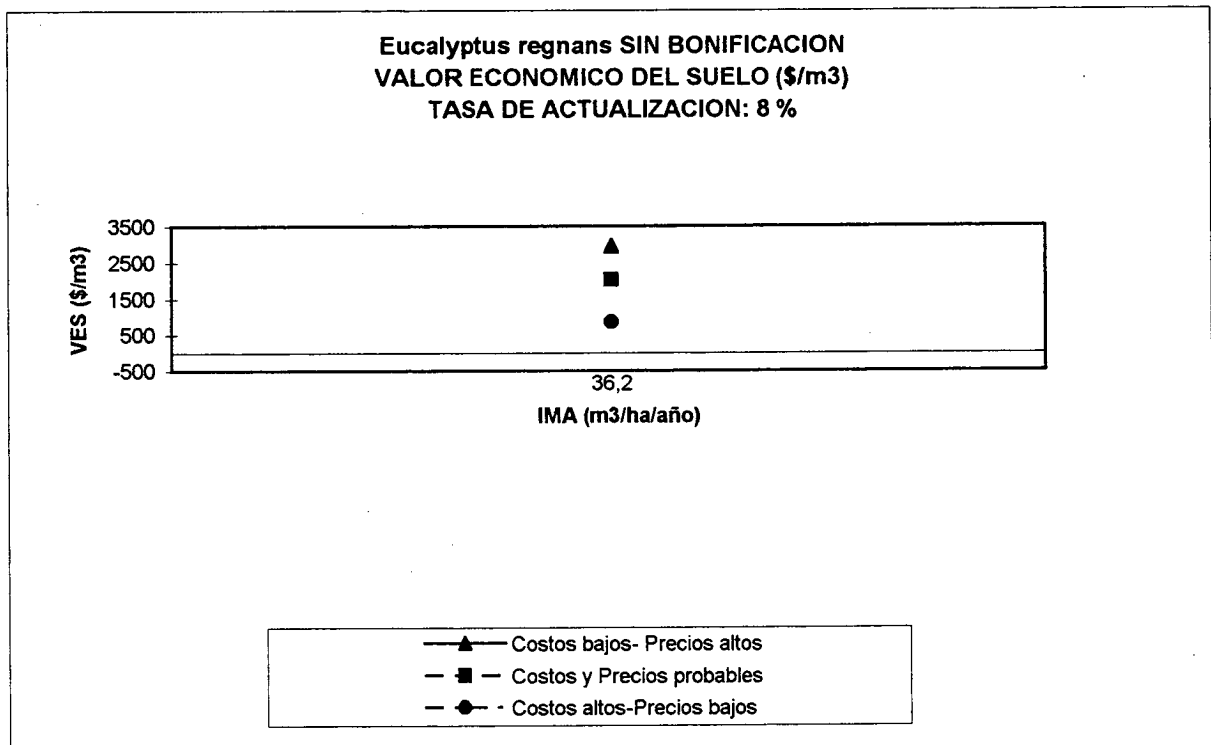


Eucalyptus regnans SIN BONIFICACION

Valor Económico del Suelo (\$/m3)

Tasa de actualización: 8%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 2.956
Costos y Precios probables	\$ 2.011
Costos altos-Precios bajos	\$ 849

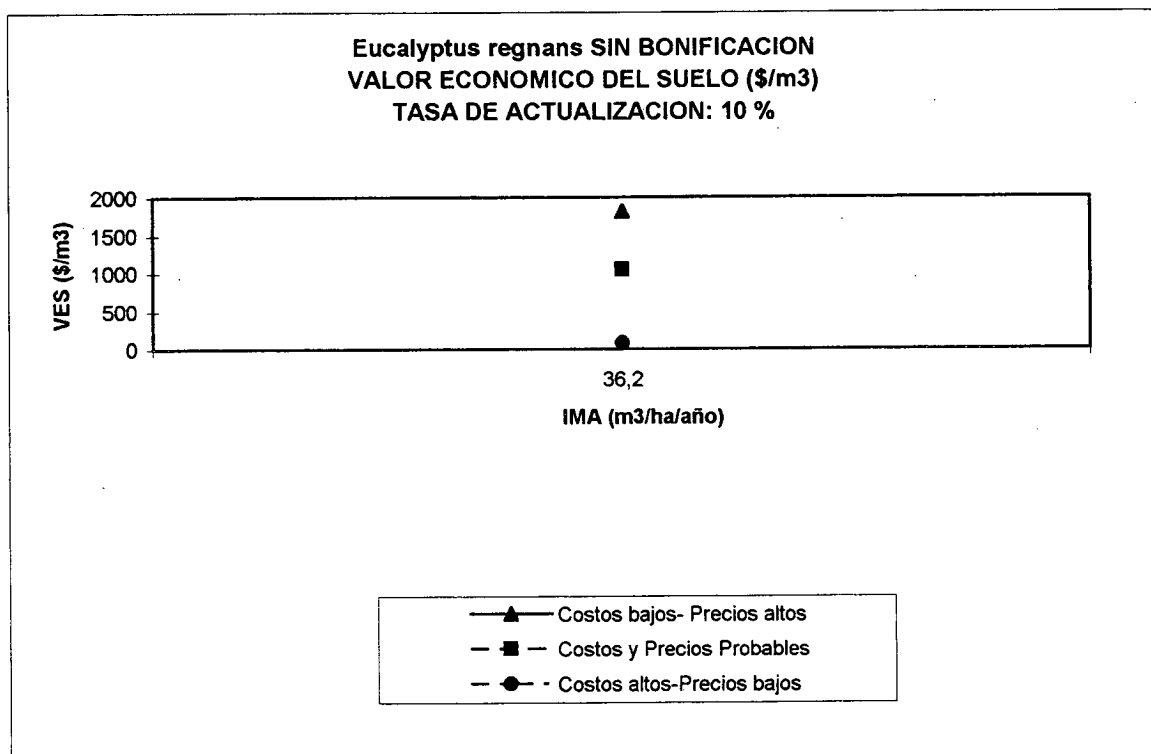


Eucalyptus regnans SIN BONIFICACION

Valor Económico del Suelo (\$/m³)

Tasa de actualización: 10%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 1.818
Costos y Precios Probables	\$ 1.053
Costos altos-Precios bajos	\$ 88

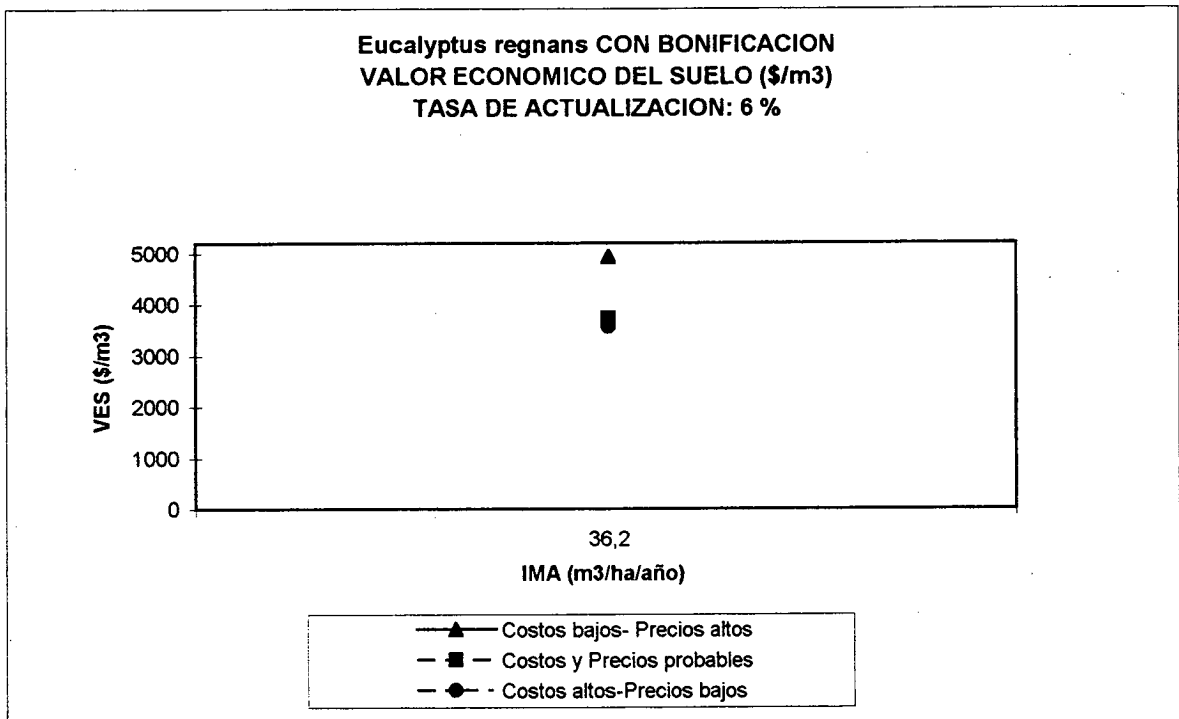


Eucalyptus regnans CON BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (\$/m³)

Tasa de actualización: 6%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 4.934
Costos y Precios probables	\$ 3.730
Costos altos-Precios bajos	\$ 3.571

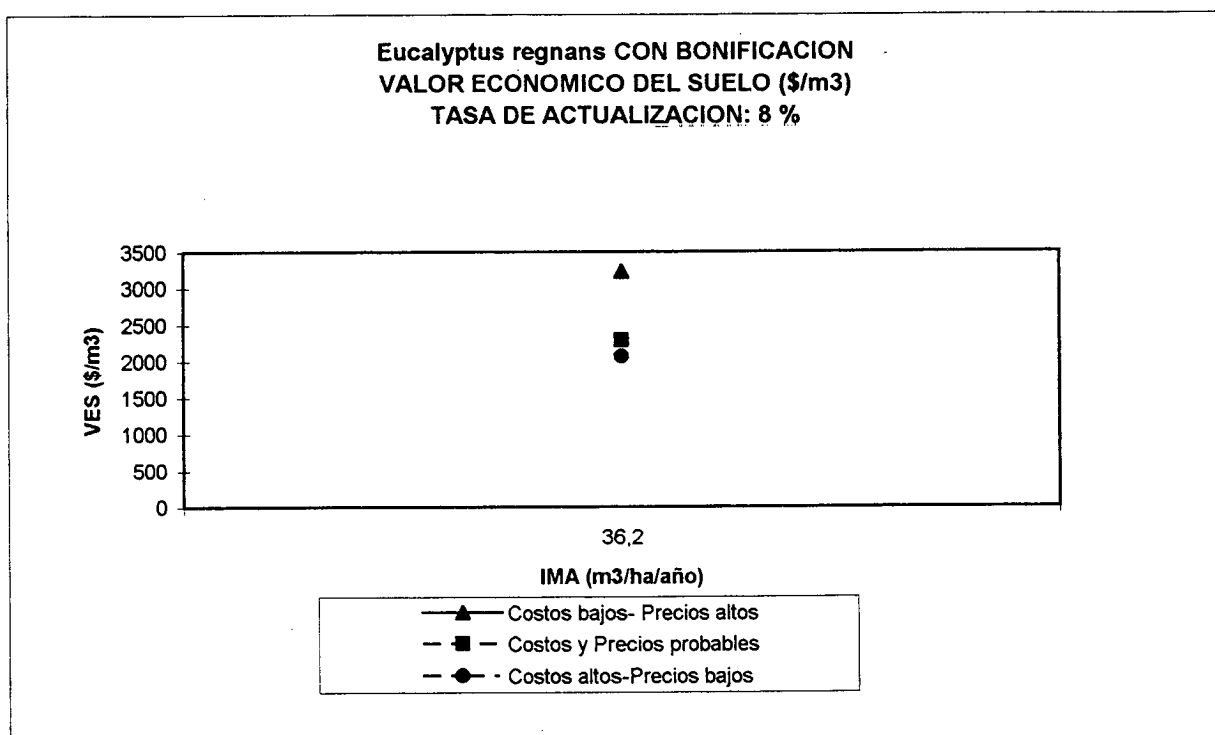


Eucalyptus regnans CON BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (\$/m³)

Tasa de actualización: 8%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 3.232
Costos y Precios probables	\$ 2.288
Costos altos-Precios bajos	\$ 2.071

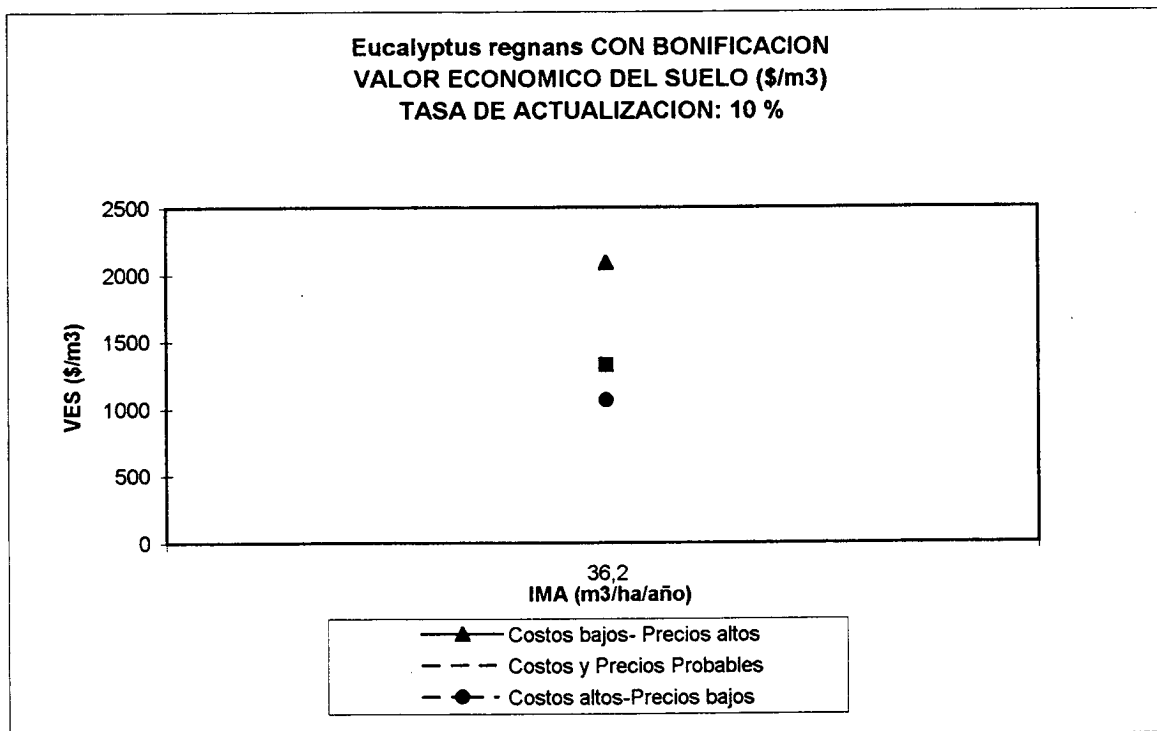


Eucalyptus regnans CON BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (\$/m³)

Tasa de actualización: 10%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 2.088
Costos y Precios Probables	\$ 1.324
Costos altos-Precios bajos	\$ 1.066



ANEXO X

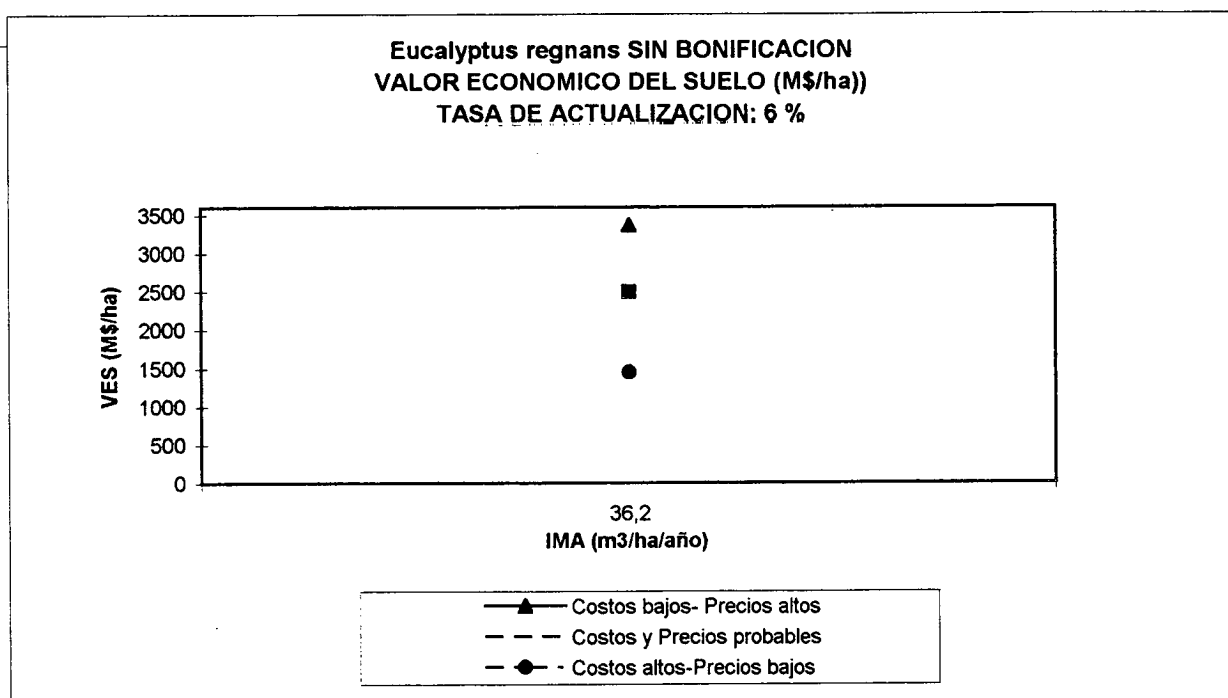
VALOR ECONOMICO DEL SUELO (\$/m³)

Eucalyptus regnans SIN BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (M\$/ha)

Tasa de actualización: 6%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 3.366
Costos y Precios probables	\$ 2.496
Costos altos-Precios bajos	\$ 1.448

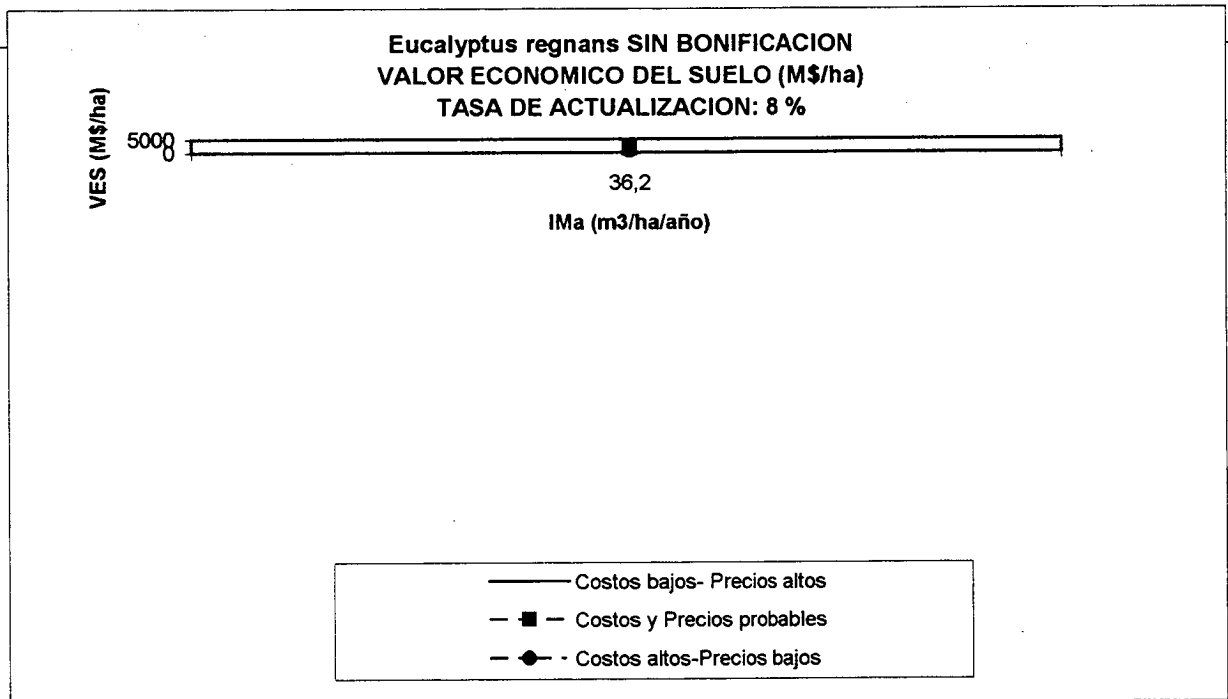


Eucalyptus regnans SIN BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (M\$/ha)

Tasa de actualización: 8%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 2.139
Costos y Precios probables	\$ 1.456
Costos altos-Precios bajos	\$ 614

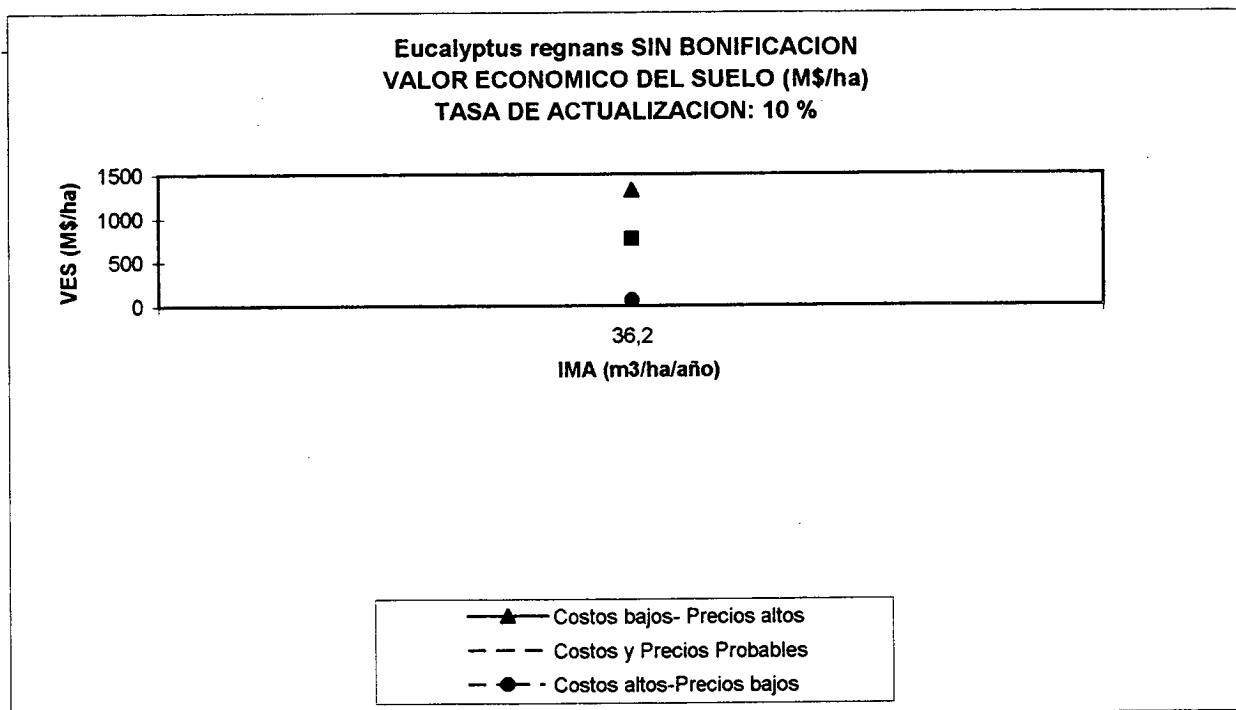


Eucalyptus regnans SIN BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (M\$/ha)

Tasa de actualización: 10%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 1.316
Costos y Precios Probables	\$ 762
Costos altos-Precios bajos	\$ 64

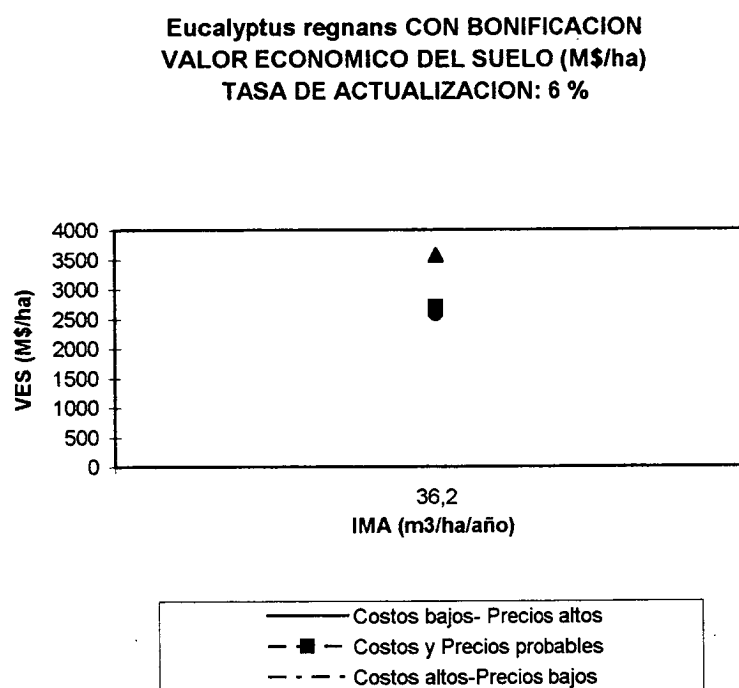


Eucalyptus regnans CON BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (M\$/ha)

Tasa de actualización: 6%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 3.571
Costos y Precios probables	\$ 2.700
Costos altos-Precios bajos	\$ 2.585

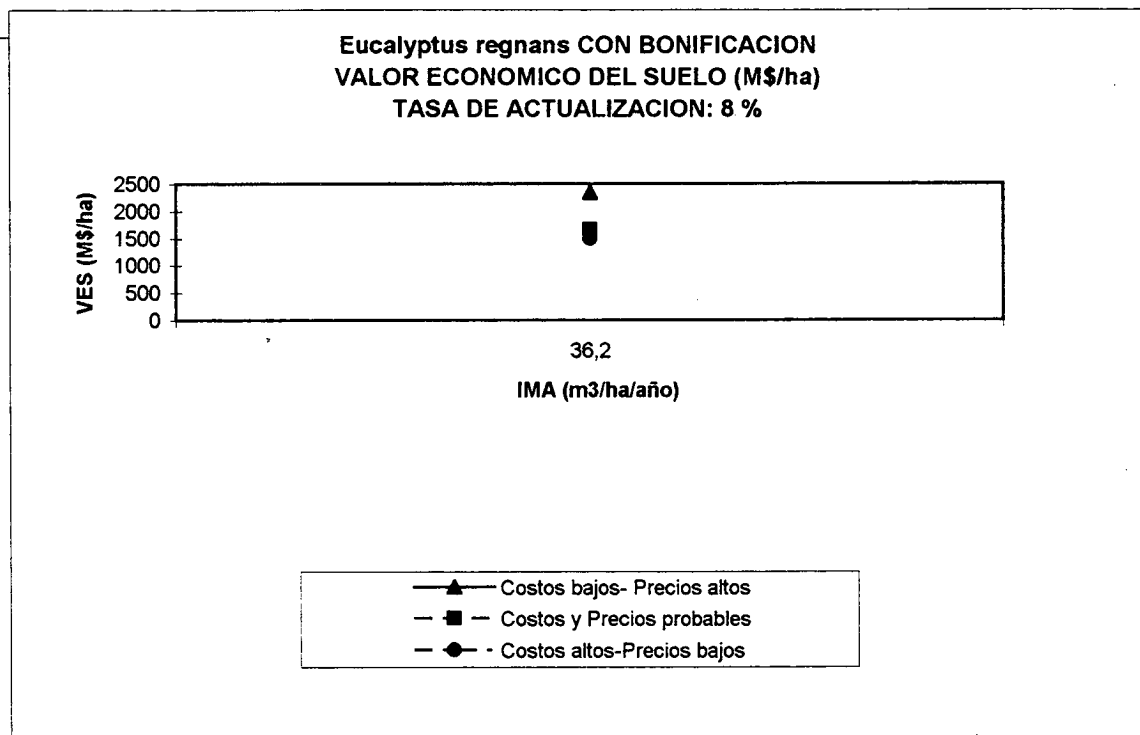


Eucalyptus regnans CON BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (M\$/ha)

Tasa de actualización: 8%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 2.339
Costos y Precios probables	\$ 1.656
Costos altos-Precios bajos	\$ 1.499



Eucalyptus regnans CON BONIFICACIÓN

Valor Económico del Suelo (M\$/ha)

Tasa de actualización:10%

MODALIDAD	IMA (m ³ /ha/año)
	36,2
Costos bajos- Precios altos	\$ 1.511
Costos y Precios Probables	\$ 958
Costos altos-Precios bajos	\$ 772

