



0001459

Acacia
melanocarpa

Potencialidad de
Especies y Sitios para
una Diversificación
Silvícola Nacional

MONOGRAFIA

(83)
2

AROMO
australiano

INFOR - CONAF

Acacia melanoxylon

Aromo Australiano es una especie originaria de Australia, de rápido crecimiento y alta competitividad con otras especies. En Chile crece desde la Región Metropolitana, principalmente en los sectores de la depresión intermedia y cordones del valle central bajo los 500 msnm., destacándose por un buen desarrollo en el golfo de Arauco, Valdivia, Temuco y Chiloé, con crecimientos medios anuales de 25 a 30 m³/ha/año a los 40 años. Se estima una rotación de 45 a 50 años, para utilizarla como madera aserrada y pulpable.

AUTORES:

Verónica Loewe M.

Manuel Toral I.

María Eugenia Camelio R.

Claudia López L.

Elizabeth Urquieta N.

G-T Aromo - X Región

CONTRAPARTE TÉCNICA CONAF:

Michael Bourke

Armando Sanhueza

97

147.36(83)
LOEwa
C. 3

POTENCIALIDAD DE ESPECIES Y SITIOS PARA UNA DIVERSIFICACIÓN SILVÍCOLA NACIONAL

Monografía de **Aromo** **australiano** *Acacia melanoxylon*

2004

2804



Registro de propiedad intelectual n° 99123
Santiago de Chile, 1997.

Autor: **INFOR - CONAF**

Equipo de trabajo.

VERÓNICA LOEWE M.
MANUEL TORAL L.
CLAUDIA LÓPEZ L.
ELIZABETH URQUIETA N.
GT - AROMO
M^a EUGENIA CAMELIO R.

Contraparte técnica CONAF:

MICHAEL W. BOURKE
ARMANDO SANHUEZA S.

Financiamiento de la presente edición:

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

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, CONAF
Ministerio de Agricultura. Chile.

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

Esta publicación se terminó de imprimir en Noviembre de 1998.

El texto reproducido y las opiniones vertidas en este documento, son de responsabilidad exclusiva de los autores

Fue impreso por: Neuenschwander & Cruz. Santiago Chile



ÍNDICE

Prólogo

1.	ANTECEDENTES GENERALES	9
1.1	DISTRIBUCIÓN	9
1.2	DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL	9
1.3	ASOCIACIONES VEGETALES	10
1.4	ECOLOGÍA DEL AROMO AUSTRALIANO	11
1.5	ASPECTOS REPRODUCTIVOS	14
1.6	ASPECTOS GENÉTICOS	15
2.	REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS	17
2.1	SUELO	17
2.2	CLIMA	18
2.3	ALTITUD	19
2.4	EXPOSICIÓN	19
3.	ASPECTOS FITOSANITARIOS	21
4.	SILVICULTURA Y MANEJO	23
4.1	PROPAGACIÓN	23
4.2	ESTABLECIMIENTO	25
4.2.1	Preparación del terreno	25
4.2.2	Plantación	25
4.2.3	Densidad de plantación	26
4.2.4	Riego	27
4.2.5	Fertilización	27
4.2.6	Control de malezas	27
4.3	MANEJO	27
4.3.1	Crecimiento	29
4.3.2	Productividad	30
4.3.3	Raleos	30
4.3.4	Podas	32
5.	PRODUCCIÓN	33
5.1	CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN	33
5.1.1	Características macroscópicas	33
5.1.2	Característica microscópicas	33
5.1.3	Propiedades físicas	35
5.1.4	Propiedades mecánicas de la madera	36
5.1.5	Secado e impregnación	44
5.1.6	Procesamiento de la madera	44

5.2	PRODUCCIÓN NACIONAL	47
5.3	EXPORTACIONES	47
5.4	PRECIOS	49
5.5	USOS DE LA MADERA	50
6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	51
6.1	ANTECEDENTES	51
6.1.1	Crecimiento esperado	51
6.1.2	Rotación	51
6.2	MARCO DE EVALUACIÓN	51
6.3	ANTECEDENTES BÁSICOS	53
6.3.1	Indicadores económicos	53
6.3.2	Valor de la jornada de trabajo	53
6.4	COSTOS DIRECTOS	53
6.4.1	Costos de establecimiento	53
6.4.2	Costos de manejo	54
6.4.3	Costos de cosecha	54
6.4.4	Costos de administración	54
6.4.5	Costos de mantención	54
6.4.6	Costos de protección forestal	54
6.5	DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LOS PRODUCTOS	54
6.6	ESQUEMAS DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO	56
6.7	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	59
7.	OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE AROMO AUSTRALIANO, VIII - X REGIÓN	61
7.1	INTRODUCCIÓN	61
7.2	RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA AROMO AUSTRALIANO	61
7.3	METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE AROMO AUSTRALIANO, REGIONES VIII A X	62
7.3.1	Zona de estudio	62
7.3.2	Información general utilizada	62
7.3.3	Información específica utilizada	62
7.3.4	Requerimientos ecológicos de Aromo australiano	63
	7.3.4.1 Temperatura máxima media del mes más cálido	63

7.3.4.2	Temperatura mínima media del mes más frío	63
7.3.4.3	Temperatura media anual	63
7.3.4.4	Precipitación anual	63
7.3.4.5	Meses secos	64
7.3.4.6	Profundidad del suelo	64
7.3.4.7	Textura del suelo	64
7.3.4.8	Drenaje del suelo	65
7.3.4.9	Reacción del suelo	65
7.3.4.10	Altitud	65
7.4	ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE AROMO AUSTRALIANO, VIII - X REGIÓN	65
7.4.1	Área potencial para Aromo australiano en la VIII Región del Bío-Bío	65
7.4.2	Área potencial para Aromo australiano en la IX Región de La Araucanía	67
7.4.3	Área potencial para Aromo australiano en la X Región de Los Lagos	69
	Comunicaciones personales	73
	Bibliografía	75
	Anexos	83

ANEXO I	: UBICACIÓN DE AROMO AUSTRALIANO EN EL PAÍS
ANEXO II	: RESUMEN DE COSTOS
ANEXO III	: RESUMEN DE INGRESOS
ANEXO IV	: CUADRO RESUMEN <i>Acacia melanoxylon</i>
ANEXO V	: ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES

PRÓLOGO

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

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

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

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

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

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

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

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

Gonzalo Paredes Veloso
Director Ejecutivo
Instituto Forestal
INFOR

José Antonio Prado Donoso
Director Ejecutivo
Corporación Nacional Forestal
CONAF

1.

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 DISTRIBUCIÓN

Aromo es una latifoliada que se distribuye naturalmente al Sudeste de Australia y Noreste de Tasmania. Perteneció al género *Acacia*, constituido por aproximadamente 1.000 especies arbóreas y arbustivas, de las cuales alrededor de 800 se encuentra en Australia y el resto en África y América.¹

Actualmente India y Australia son los países con mayor superficie cubierta por Aromo. En Australia crece en: Queensland, New South Wales, Victoria, South Australia, Islas de Tasmania y del Estrecho de Bass (De Zwaan, 1980), se distribuye formando una faja de 100 a 200 km de ancho, bordeando la costa desde el sudeste de Queensland hasta el oeste de Victoria. Sigue una distribución discontinua hacia el cordón montañoso de Mount Lofty en el estado de Australia meridional. De la misma forma, se ha encontrado poblaciones a unos 200 km al norte y al sur de Townsville (Farrell y Ashton, 1978).

En el sur de su distribución, el Aromo australiano crece desde el nivel del mar hasta los 1.350 – 1.500 msnm en el norte de New South Wales. En el trópico está restringido a las tierras sobre los 500 msnm (Cavanagh, 1987). Las latitudes limítrofes son los 16° – 43°S y longitudinalmente 140° a los 155°E (Kannegiesser, 1989).

En Chile se ha estimado que se encuentra presente en una superficie aproximada de 2.000 ha², entre las Regiones Metropolitana y X, principalmente en los sectores de la depresión intermedia y cordones del valle central bajo los 500 msnm, destacándose por un buen desarrollo en el Golfo de Arauco, Valdivia, Temuco y Chiloé². Su introducción se inició en las primeras décadas del siglo por agricultores de las regiones IX y X, atraídos por los usos potenciales de su madera e incluso como cortinas corta-fuego.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Aromo australiano (*Acacia melanoxylon* R. Brown), también conocido como Blackwood BW, pertenece a la familia *Leguminosae*, *Mimosoidae*, género *Acacia*.

Es una especie de rápido crecimiento y alta competitividad, se desarrolla tanto a la luz como en semisombra, crece con mejor forma a medida que aumenta la

competencia por luz y espacio, alcanza alturas máximas de hasta 35 m y diámetros de 1,0 a 1,5 m. Ambas características varían mucho en función del sitio en el cual se desarrolla (Gleason, 1986).

Su fuste es recto, con buena disposición a la poda natural en condiciones de semisombra; por el contrario, a plena luz presenta abundantes ramas y de mayor diámetro. La forma de la copa depende mucho de la competencia aérea, pudiendo variar con la edad y densidad de plantación (De Zwaan, 1982). Su follaje, perenne y estéticamente atractivo, le otorga valor ornamental.

La corteza es de color café-grisáceo con grandes surcos longitudinales en su estado adulto (De Zwaan, 1980). Algunos árboles desarrollan contrafuertes en la base para afrontar en mejor forma la acción del viento.

Presenta, además, características de heterofilia, es decir sus hojas cambian de forma en función del estado de desarrollo del árbol. En el estado juvenil tiene hojas plumiformes, compuestas y bipinadas que se disponen en forma alterna en las ramas; en el estado adulto presenta un engrosamiento del pecíolo, se forman hojas oval-lanceoladas, falcadas, coriáceas de color verde oscuro (Parodi, 1959; Forest Research Institute, 1982).

1.3 ASOCIACIONES VEGETALES

Acacia melanoxylon, alcanza su mejor desarrollo al sur de Australia y en el norte de Tasmania, donde crece asociado a *Nothofagus cunninghamii*, o como especie secundaria en rodales de *Eucalyptus regnans* y *E. viminalis*. Asociaciones similares existen en el sur de Tasmania y en el centro sur de Victoria. A mayor latitud, los bosques están compuestos por *Acacia melanoxylon*, *N. cunninghamii* y *N. moorei*, y en algunos casos por *Eucalyptus delegatensis* y *E. Camadulensis*.

En los bosques australianos de *Eucalyptus*, el Aromo es un pequeño árbol de 10 a 15 m de altura que ocupa el estrato intermedio. En los sectores donde las precipitaciones fluctúan entre 800 y 1.000 mm se asocia con *E. Viminalis* y *E. ovala*. Al aumentar las precipitaciones *E. cypellocarpa* y *E. obliqua* reemplazan el dosel superior (Kannegiesser, 1989).

En su lugar de origen, la especie también crece asociada a especies de los géneros *Nothofagus* (*Nothofagus cunninghamii* y *N. moorei*) y *Eucalyptus* (*Eucalyptus regnans*, *E. viminalis* y *E. roberisonii*), donde se desarrolla como especie dominante del dosel emergente (Kannegiesser, 1989; Thomas *et al.*, 1992).

En la costa lluviosa de Australia se desarrolla junto a *Flindersia spp.*, *Toona australis*, *Ceratopetalum apetalum*, y algunas coníferas como *Araucaria cunninghamii* y *Aghathis spp.* (Sonntag, 1970).

Richardson *et al.* (1989) señalan que Aromo es una especie invasora de las áreas con vegetación nativa con la cual se asocia fácilmente. Uno de los problemas

de la presencia de árboles exóticos y arbustos en la estructura del fynbos (formación vegetal de matorral alto) en la provincia del Cabo, África del Sur, es la reducción de diversidad de las especies nativas, debido a la vulnerabilidad de estas formaciones.

Los autores realizaron un inventario de las especies en esta formación; estableciendo parcelas distribuidas al azar en sitios representativos de diferentes densidades de plantas exóticas; entre ellas: *Pinus pinaster*, *P. radiata*, *Hakea sericea*, *Acacia saligna*, *A. melanoxylon* y *A. cyclops*. Los resultados obtenidos, indicaron diferencias significativas en la frecuencia de especies, en sitios invadidos y no invadidos, observándose una marcada reducción en la riqueza de especies nativas en áreas invadidas por Aromo. Cuando el dosel superior de especies exóticas como Aromo excede el 50%, se recomienda el raleo de los rodales con especies foráneas antes del cierre del dosel.

1.4 ECOLOGÍA DEL AROMO AUSTRALIANO

En Sudáfrica la madera que crece en condiciones húmedas y frías es de mejor calidad que la que crece en climas subtropicales (Stehle⁷, 1995). Así mismo puede esperarse que las condiciones más húmedas y frías de la parte sur de Chile, Tasmania y Nueva Zelanda sean favorables para llevar adelante una adecuada estrategia de crecimiento.

No obstante Geldenhuys (1986) señala que en Sudáfrica se ha llevado a cabo una discusión entre los ecólogos y quienes manejan Aromo, causados por la naturalización de *A. melanoxylon* en el ecosistema natural lo que ha llevado al uso de métodos silviculturales de alto costo. La especie sin duda ha hecho disminuir las presiones de cosecha sobre las maderas nativas para la industria del mueble.

Con relación a la autoecología y el comportamiento como una especie maderable, Stehle (1996), indica no es una especie pionera típica, la clasifica de esta manera ya que presenta comportamientos muy diversos como respuesta a las características del sitio, lo cual tiene decisiva influencia en la calidad de la madera que produce. Puede crecer en lugares abiertos y expuestos a la luz, pero también en lugares sombríos durante sus primeros años, ocupando doseles inferiores en combinación con otras especies, para sólo posteriormente comenzar a mostrar rasgos de intolerancia.

Según el mismo autor, el desarrollo óptimo para árboles productores de buena madera ha sido obtenido en fondos de quebradas, en pantanos o hábitats similares, en los cuales su crecimiento juvenil se ha caracterizado por ser lento y con protección lateral, lo cual ha inducido un metabolismo bajo y una formación externa recta y sin ramas.

Debe agregarse además que condiciones de temperatura y humedad, en general son factores que determinan la velocidad del metabolismo de los árboles, por lo que es esperable que estos factores sean también determinantes en la estrategia de crecimiento de la especie y deben adicionarse a las condicionantes antes mencionadas.

Es necesario señalar que la madera de Aromo de buena calidad se relaciona en

primer lugar con aspectos externos, el fuste del árbol debe presentar una buena forma, baja conicidad y poda natural en altura y su madera debe ser densa, sana, libre de nudos, libre de estrés y color oscuro (debidamente duraminizada) con una albura angosta (Stehle, 1996).

Esta calidad de madera, específicamente del duramen, se debe según el mismo autor a un crecimiento juvenil lento, para llegar a la madurez, creciendo vigorosamente. Para que ello ocurra debe haber existido durante la vida del árbol un estrés que limite su crecimiento. Señala que entre las causas posibles de estrés se encuentra la exposición a condiciones ambientales severas como son, calor, sequía, suelos marginales o la competencia hasta la casi supresión de otros árboles acompañantes en sus estadios juveniles.

Recientes investigaciones sobre patrones de crecimiento del Aromo, tanto dentro como fuera de los bosques lluviosos nativos del sur del Cabo, han entregado nuevos conocimientos sobre las complejidades que presenta la especie (Seydack cit. por Stehle⁴, 1996).

Seydack determinó que según las condiciones de los sitios, Aromo australiano puede adoptar 3 estrategias de crecimiento diferentes, las cuales serán determinantes para la calidad de su madera.

- **Estrategia P:** De relativo rápido crecimiento, alcanza una velocidad máxima a temprana edad, de vida corta, logra a menudo grandes tamaños finales.
- **Estrategia S:** Crecimiento relativamente lento, unido a tamaños finales relativamente moderados, debido a que se desarrolla en condiciones de alta humedad en el suelo y sombreado.
- **Estrategia SP:** Presentan tasas de crecimiento relativamente altas y prolongadas, con grandes tamaños finales.

Estas estrategias están fuertemente relacionadas al hábitat.

La estrategia P es típica de hábitats abiertos, como en la orilla de bosques y fuera de bosques lluviosos nativos. La estrategia S no se ha visto confinada a un hábitat en particular, y es resultado de interacciones complejas entre factores ambientales. Esta, sin embargo, se presenta a menudo en combinación con Aromos de estrategia P, como resultado de condiciones de estrés inducidas por la competencia específica y/o, por las condiciones de aridez del sitio, o por ambas razones.

La estrategia SP se encuentra predominantemente en bosques nativos lluviosos del interior, distribuida entre vecinos no específicos (es decir, árboles pertenecientes a diferentes especies), observándose que depende de esta condición.

La estrategia SP permite grandes tamaños presumiblemente debido a las leyes del crecimiento; la sombra durante los primeros años frena el crecimiento inicial, posponiendo la edad de máxima tasa de crecimiento (*Op. cit.*). Se ha visto un pobre

desempeño de la progenie de los Aromos de estrategias SP.

De la observación de las diversas estrategias de crecimiento que puede adoptar Aromo, se desprende que las más favorables en términos de producción de madera es la estrategia SP.

En consecuencia Stehle (1996) afirma, que Aromo no es especie apta para ser plantada en una extensa área en forma de monocultivo, como se hace habitualmente con las típicamente pioneras, como Pino radiata, Eucalipto y otras Acacias australianas, como Acacia dealbata u otras especies como Pino oregón, debido a que se promueve formas ramosas que obligan a podas frecuentes y producen conicidad en el fuste

Wallsh (cit. por Stehle, 1995), habla de la experiencia en Nueva Zelanda.

“Para producir buena madera, el Aromo australiano debe ser protegido. Aspectos como la precipitación, la altitud y el suelo tienen sólo mínimos efectos sobre el crecimiento y la forma, comparados con la protección aunque los árboles respondan bien en suelos fértiles”.

“El segundo factor en orden de importancia, es la manera como la especie está creciendo. Se logra un óptimo crecimiento y forma cuando el árbol está en claros dentro de un dosel establecido por otros árboles, o por regeneración cuando las plantas han recibido suficiente luz para crecer entre las copas de árboles más viejos, el Aromo no produce un árbol maderero de buena forma cuando crece en sitios abiertos”

En efecto Aromo, es un árbol que se desarrolla mejor entre árboles pertenecientes a otras especies, que entre sus iguales, requiere condiciones de sombra que inhiban su crecimiento juvenil y le brinden protección lateral, para sólo posteriormente despejar las copas del dosel superior, permitiendo la entrada paulatina de luz y en esa etapa promover un crecimiento vigoroso de los árboles para conducirlos hasta la madurez. Con ello se está induciendo la estrategia más favorable, la estrategia SP. Como ventaja adicional se favorece a las especies protectoras mediante la fijación de nitrógeno en el suelo.

Seydack (cit. por Stehle, 1995), señala que el Aromo australiano de los bosques del sur del Cabo (Sudáfrica) en medio de protección, temperaturas menores y mayor humedad logran edades de 50 a 70 años, en comparación a las plantaciones de Aromo que crecen en sitios abiertos, en donde la esperanza de vida es en promedio de 40 a 45 años.

Por ello Aromo debe ser plantado entre bosques ya instalados o en plantaciones que superen claramente sus crecimientos iniciales. En Chile, promisorias resultan las plantaciones que se han realizado entre bosques de Pino radiata o en sectores en que la vegetación nativa ha sufrido una fuerte alteración. Menores resultados se observan en plantaciones monoespecíficas con fines productivos.

No obstante debe tomarse en cuenta su carácter de invasor, especialmente de aquellos sectores favorables para su desarrollo. En Chile se ha reportado en Colcura, problemas con la invasión de esta especie en bosques plantados (Stehle, 1995).

1.5 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Harbard¹, señala que las flores de Aromo se presentan en inflorescencias glomerulares con un promedio de 30 a 50 unidades, generalmente perfectas (con partes femeninas y masculinas funcionales). Sus flores son hermafroditas de aroma suave y color amarillo pálido; en Chile florece entre septiembre y enero, con una duración promedio de 22 días¹. Cada flor tiene un único estilo sólido y un único ovario, el que posee un número de óvulos igual o menor al número de granos por poliada. El estigma se ubica sobre el estilo, con un extremo simple y una depresión cóncava. Antes de la polinización se observa una leve secreción del estigma.

El género *Acacia* es predominantemente exogámico, es decir el polen proviene de otro árbol, presentando una tasa de exogamia promedio de 91 %. La dicogamia (donde los estambres y estigmas de una misma flor maduran en épocas distintas) promueve la exogamia, y ésta se presenta en distintos grados en las especies del género.

No obstante, en el género la polinización ocurre cuando un conjunto de granos de polen caen sobre la superficie de un estigma receptivo. Los granos de polen se agrupan en estructuras compuestas llamadas poliadas, las cuales constan en promedio de 16 granos. Las secreciones del estigma ayudan a la germinación de los granos de polen. La viabilidad de los granos de polen puede variar dentro de una misma poliade.

En Chile no se ha determinado si la especie es protogónica (la receptividad del estigma precede a la dehiscencia de las anteras) o protándrica (las anteras maduran antes que el estigma se vuelva receptivo)¹.

Produce un fruto alargado, torcido, de abertura completa y de ocurrencia anual, el que madura a fines de otoño (Forest Research Institute, 1982). La semilla que se encuentra en su interior es pequeña (2.5 mm largo y 1 mm ancho) de forma oval y color negro brillante y muy suave al tacto, en Australia (Muona *et al.*, 1991), mediante el análisis con isoenzimas demostraron que la mayoría de las semillas en una vaina de Aromo tuvieron un sólo grano de polen como progenitor.

El número promedio de semillas por vaina es 6 (Muona *et al.*, 1991), 1 kg contiene aproximadamente entre 62.000 y 78.000 semillas, que se caracterizan por una alta viabilidad (95 - 100%) y germinación, la que es estimulada especialmente por el calor (De Zwaan, 1982).

No obstante los rendimientos finales en la producción de vainas en *Acacias* es bastante escaso en función de las flores producidas, verificándose una gran pérdida de material reproductivo. Moncur *et al.* (1991) postularon varias hipótesis sobre la variación en la producción de semillas: presencia o ausencia de polinizadores (principalmente abejas melíferas), nivel de polinización, número de flores masculinas, requerimientos de exogamia, polen actuando como barrera para otras poliades (endogamia), asignación de recursos dentro del árbol (privilegiar el crecimiento o desarrollo de la biomasa) y factores ambientales.

Una vez que se establece la floración y producción de semillas, se deben crear huertos semilleros en los sitios donde la floración sea más abundante y la producción de semillas máxima, con cierto grado de aislación de otras parcelas de Aromo. Los árboles que florecen más temprano o más tardíamente que la mayoría deben ser registrados, ya que la exogamia se puede ver reducida en estos árboles en un sistema de polinización abierta (*Op. cit.*).

1.6 ASPECTOS GENÉTICOS

La diversidad de sitios que ocupa Aromo en su lugar de origen sugiere una cierta variabilidad determinada por la procedencia de la semilla, Stehle (1995) indica que las procedencias de Tasmania son mejores, pero no existen evidencias definitivas para determinar esto.

Existen numerosos antecedentes sobre ensayos de procedencia con Aromo australiano y otras especies del género que dan índices sobre esto.

Playford *et al.*, (1991) presentan resultados preliminares de análisis de isoenzimas de 27 procedencias de *Acacia melanoxylon* de todo su rango de distribución natural en Australia. Estos autores identificaron 2 grupos distintos: poblaciones del norte y del sur que fueron separadas por el Río del Cazador en Nueva Gales Sur. Las poblaciones del sur fueron nuevamente divididas al norte de Victoria.

Resultados preliminares obtenidos por De Zwaan y Van Dersijde (1990) en ensayos de procedencias en Sudáfrica se llevaron a cabo con semillas de nueve procedencias de *Acacia melanoxylon*.

Se realizó un análisis estadístico de los datos de crecimiento 8 a 10 años después del establecimiento; los resultados indicaron que en todos los sitios de la prueba las semillas provenientes de Mt. Sabine (Victoria), Natal (Sudáfrica) y Smithton (Tasmania) eran superiores, y las del Río Collingwood (Tasmania), Stawell (Victoria) y las de Tallanganda (Nueva Gales Sur) no eran recomendables. La procedencia de Orbost (Victoria) tenía el segundo lugar en la región boscosa del Cabo.

Mitchell *et al.* (1987) encontraron diferencias substanciales en la sobrevivencia y altura de 47 lotes de semillas de 36 especies australianas. Se estableció un ensayo de introducción en el sitio de Kadoma, Zimbawe, el cual estaba atacado con la termita *Odontotermes transvaalensis*. El sitio tenía suelos profundos, arcillosos y una precipitación anual de 730 mm. Se establecieron las plantas a un distanciamiento de 2,5 x 2,5 m, en parcelas, en diciembre de 1985. Los resultados preliminares registrados indican, seis meses después del establecimiento, una sobrevivencia entre 6 a 98% y una altura de 0,16 a 1,29 m.

Las especies que mostraron la mejor sobrevivencia son *Acacia melanoxylon*, *A. leptocarpa*, *A. auriculiformis*, *A. eowleana*, *A. polytachya*, *A. crassicarpa*, y *Eucaliptus gibsonensis*. Sólo entre las acacias se identificó una relación entre

sobrevivencia y altura; se considera que la mayor parte de la mortalidad fue causada por termitas.

La diversidad genética en las especies de Aromo demostró ser similar a la de los Eucaliptos polinizados por animales e insectos, pero menor que la de las coníferas polinizadas por viento y de los árboles tropicales (Moran *et al.*, 1989).

REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

En el presente capítulo se ha recopilado información sobre los requerimientos del Aromo australiano a nivel climático y edáfico. Mayor detalle puede verse en el capítulo 7, Obtención de Zonas Potenciales para el establecimiento de Aromo australiano (pag. 63).

2.1 SUELO

Aromo puede vivir en una diversidad de suelos, no obstante este es uno de los factores que afecta su crecimiento, Aromo prefiere suelos profundos sin restricciones en el drenaje, con estructuras granulares y textura franco-limosa o de transición, con niveles levemente ácidos lo cual corresponde a suelos trumaos y francos del sur de Chile (Siebert y Cerda, 1994).

Se desarrolla en suelos forestales podzólicos, rojos y amarillos, o aluviales y en arcillas limosas, en suelos pobres como arenales o suelos erosionados también se desarrolla con rendimientos mucho menores.

Según Stehle, Aromo definitivamente no tolera suelos poco profundos, especialmente muy húmedos y anegados durante la temporada de lluvias o disecados en los períodos secos.

En Australia es frecuente encontrarlo creciendo en suelos muy arcillosos y densos con un horizonte orgánico bastante grueso, o en terrenos bajos, pantanosos, saturados de agua gran parte del año (Sheppard, 1987).

De lo anterior se desprende que Aromo puede ocupar diferentes tipos de suelos, posee un sistema radicular que se adapta a varias condiciones de profundidad, no siendo extraño que las raíces se presenten en forma superficial y abiertas en suelos delgados y con restricciones de drenaje (Shlegel⁶, 1990). Al igual que muchas de las especies que desarrollan un sistema radicular superficial en condiciones de bosques poco densos y vientos fuertes, es frecuente que se produzca la caída de individuos, aún cuando presenten contrafuertes en la base del fuste.

Esta especie ocupa posiciones topográficas que varían desde terrenos bajos pantanosos, valles, laderas en pendientes hasta mesetas y cimas (Kannegiesser, 1989, Grosse *et al.*, 1991).

Bangash y Gardiner (1985), por otra parte señalan que la deficiencia de Boro a niveles de 0,013; 0,026; 0,052 y 0,104 ppm en el sistema foliar produce marchitamiento y muerte en los brotes terminales de la especie.

2.2 CLIMA

Grosse *et al.* (1991) indican que en su área de distribución natural, la especie se presenta en gran variedad de climas, con fluctuaciones en las precipitaciones medias entre 450 a 1.800 mm, cuya distribución a lo largo del año varía de acuerdo a la zona geográfica.

Su área de crecimiento natural se extiende, de norte a sur, desde la zona climática cálida húmeda y subtropical, hasta la templada-fría (Kannegiesser, 1989).

En relación a los rangos de altura y precipitación los antecedentes indican que al sur de Australia, donde la especie alcanza su mejor desarrollo, la temperatura máxima media del mes más cálido oscila entre 19 y 22°C, pudiendo más al norte llegar a 26 - 30°C; la temperatura del mes más frío varía entre 0 y 1°C, observándose de 5 a 70 heladas al año.

En la costa sudeste de Australia las temperaturas medias de invierno y verano promedian los 11 y 20°C, respectivamente. Las precipitaciones medias alcanzan los 785 a 1.000 mm, dependiendo de factores locales, con tres meses de relativa sequía estival (Hall y Wolf, 1981).

Los valles pantanosos del noreste de Tasmania, donde se produce el 70 % de la madera de Aromo australiano (De Zwaan, 1982), se ubican a 60 msnm, donde las temperaturas medias de invierno y verano son 11 y 20°C, respectivamente. Las precipitaciones promedian 1.800 mm anuales (Forestry Comision of Tasmania, 1981; Hall y Wolf, 1981).

Pollock *et al.* (1986) llevaron a cabo pruebas para determinar la tolerancia a bajas temperaturas, traducidas en formación de escarcha en cámaras de ambiente controlado para 18 especies. Las especies más tolerantes a la escarcha fueron: *A. baileyana*, *A. brachybotiya*, *A. dealbata*, *A. mearnsii*, *A. melanoxylon* y *A. oswaldii*; las cuales se distribuyen generalmente a mayor altura en el interior de Australia.

En Chile, los rodales con buen desarrollo se encuentran en sitios de clima templado lluvioso (precipitaciones sobre los 2.000 mm), con temperaturas medias de 12,5°C y ausencia de nieve (Siebert y Cerda, 1994). La nieve tiende a producir desganches.

2.3 ALTITUD

En Chile se ha establecido hasta los 500 msnm (Siebert y Cerda, 1994). Sin embargo, en Australia se conocen procedencias que se ubican entre los 1.300 a 1.400 msnm en las localidades de ACT (Australian Capital Territory) y NSW (New South Wales) respectivamente (CSIRO, 1993). En Australia durante el invierno y a altitudes sobre los 1.000 msnm., se pueden presentar leves nevazones. En Chile las experiencias en zonas con este tipo de precipitaciones provocan el desganche y rajadura, individuos con doble flecha o bifurcados, además de la caída de algunos de ellos.

2.4 EXPOSICIÓN

En general en Chile prefiere las exposiciones sur en las cuales se combinan condiciones ambientales de menor temperatura, mayor humedad relativa y suelos con mayor disponibilidad hídrica, que exposiciones norte donde se le encuentra muchas veces formando doble flecha.

3.

ASPECTOS FITOSANITARIOS

Aromo presenta una buena resistencia general al ataque de plagas tanto foliares como fustales.

Kliejunas (1979) señala el efecto del hongo *Phytophthora cinnamomi* en algunas especies exóticas y nativas en Hawai en relación al tipo de suelo, *Acacia melanoxylon* resulta muy tolerante al ataque de este hongo.

En Zimbawe se desarrolló un ensayo de procedencia, evaluando la sobrevivencia y desarrollo en especies arbóreas de Australia del género *Acacia* y *Eucalyptus*, establecidas en un sitio infectado con la termita *Odontotermes transvaalensis*; los resultados indican que una de las especies con mejor sobrevivencia es Aromo australiano (Mitchell *et al.*, 1987).

En la India, individuos adultos de Aromo han desaparecido lentamente por ataque de parásitos del género *Loranthus* (Streets, 1962). El mismo autor señala que individuos introducidos en Kenya, crecen vigorosamente hasta los 12 años y luego mueren sin causa aparente.

En Nueva Zelanda, Nicholas y Hay (1990) efectuaron una recopilación de las pestes y enfermedades que se encuentran en diferentes especies destinadas a producir madera de calidad (muebles, ebanistería y chapas). Las especies eran principalmente *Acacia melanoxylon*, *Juglans nigra*, *Cupressus macrocarpa*, *C. lusitanica*, *Eucalyptus regnans*, *E. delegatensis*, *E. saligna*, *E. fastigata* y *E. botryoides*. Éstas, son atacadas por una variedad de insectos en el follaje y la madera, así como por hongos, sin embargo; ninguno es bastante severo como para restringir el crecimiento de la especie o disminuir la calidad de la madera.

En Chile se ha observado ataque foliar del insecto *Icerya purchasi* (Maskell) sobre regeneración natural de Aromo australiano en la zona de Valdivia, junto a *Ulex europaeus* (Rebolledo y Carrillo, 1988).

En condiciones de vivero y plantación no se han observado ataques de insectos u hongos en Aromo. Sí se ha detectado ataque de quintral en trozas de Aromo a orilla de camino (Siebert y Cerda, 1994).

4.

SILVICULTURA Y MANEJO

4.1 PROPAGACIÓN

La propagación se realiza principalmente mediante semillas, las que deben ser sometidas a un tratamiento bajo condiciones de calor para romper su latencia.

Torrealba (1987) indica que las semillas deben colocarse limpias en agua hirviendo, luego retirarlas de la fuente directa de calor y mantenerlas en remojo por un período de 12 a 24 horas. Posteriormente se dejan secar y almacenan en un lugar fresco y seco, hasta el momento de la siembra; la que se debe realizar lo antes posible.

CSIRO (Australian Tree Seed Centre), recomienda 2 pre-tratamientos para romper la latencia de las semillas, de Aromo australiano:

- 1º) mellar manualmente para romper la testa (cubierta de la semilla) y;
- 2º) hervir en agua (100°C) por un minuto.

La Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica, a través de la Unidad de Biotecnología Agropecuaria, desarrolló un proyecto de investigación “Producción de plantas tetraploides de *Acacia melanoxylon*”, del cual se pudo obtener el protocolo para propagar esta especie a partir de semillas. Actualmente se desarrolla el protocolo para micropropagarla a partir de material vegetativo.³

Aromo es fácilmente propagable en forma vegetativa (Gleason, 1986), conociéndose el protocolo para micropropagarla (Meyer y Van staden, 1987; Jones y Smith, 1988) y cultivar sus tejidos in vitro (Zhai *et al.*, 1984). Este desarrollo, agrega un nuevo campo para el trabajo genético con la especie, debido a la gran variabilidad genotípica de la mayoría de sus características (De Zwaan, 1980). Sobre el mismo tema Stehle⁴ comenta que la especie tiene un bajo control genético de sus características de forma.

Manejo del vivero⁵:

En Chile la producción de plantas se realiza a raíz desnuda mediante siembra.

Las labores se inician en octubre con el acondicionamiento del suelo, que contempla aradura (45 cm), rastraje, nivelación y surcado. Luego se aplica una mezcla de fertilizantes (N,P y K) en las hileras, siendo ésta la única fertilización que se realiza.

La siembra se realiza en platabandas esparciendo la semilla a granel sobre la hilera, cubriéndose luego con rodillo. La profundidad de siembra no debe superar los 3 a 6 mm, posteriormente se realiza un control de malezas aplicando herbicida post-emergente sobre las platabandas, antes de la germinación de Aromo. El desmalezamiento se sigue haciendo en forma manual durante toda la temporada.

En febrero se ejecutan las labores de raleo y poda aérea (topping); con el raleo se deja un espaciamiento de 5 x 5 cm. Cuando las plantas han alcanzado una altura de aproximadamente 1 m se realiza el topping a 50 cm.

Para lignificar el tallo se recomienda realizar entre marzo y agosto una poda de raíces a 25 cm de profundidad con cuchillo oscilante; no se realiza poda lateral (Siebert y Cerda, 1994). La lignificación de las plantas las hace menos apetecibles a lagomorfos, permitiendo una mayor sobrevivencia al momento de la plantación y una mejor comercialización de plantas del tipo 2:0 y 3:0.

En relación al control de malezas Vanner (1991) realizó ensayos de vivero en Rotorua, aplicando 0,24-0,96 kg/ha de Oxyfluorfen (herbicida) pre y post emergente a plántulas de 11 especie arbóreas. El crecimiento de *E. fastigata*, *E. nitens*, *E. regnans*, *Acacia dealbata* y *A. melanoxylon* fue inhibido por 0,24 kg/ha de Oxyfluorfen pre-emergente. La aplicación de Oxyfluorfen post-emergente en dosis de 0,72 kg/ha eliminó todo el follaje de ambas Acacias; otras especies sufrieron daño foliar, pero su crecimiento no fue afectado por dicho tratamiento.

Extracción de plantas⁵:

La extracción se realiza en invierno. Con anterioridad, se pasa un cuchillo oscilante para soltarlas, luego se toman varias plantas simultáneamente y se extraen suavemente evitando destruir las raíces secundarias.

Se pueden mantener en barbecho durante varias semanas sin sufrir daños mayores, siendo conveniente; untar las raíces en gel para evitar la deshidratación.

El material bien acondicionado debe tener las siguientes características:

Diámetro de cuello: 10,0 - 15,0 mm

Raíz pivotante: 25,0 - 30,0 cm

Altura planta: 1,0 - 1,5 m

Se pueden realizar podas apicales para balancear la relación raíz-tallo. En los viveros chilenos, no se han presentado daños ni plagas ocasionadas por insectos, hongos, ataque de aves o insolación. El cercado del vivero debe proporcionar protección contra el daño de animales, especialmente lagomorfos, ya que la especie es muy apetecida por ellos.

Si la temporada es muy seca se recomienda la utilización de riego, así como también realizar la siembra tardíamente (noviembre - diciembre) (Grosse *et al.*, 1991).

4.2 ESTABLECIMIENTO

4.2.1 Preparación del terreno

Aromo australiano responde bien a la preparación previa del terreno cuando éste se encuentra compactado. Habitualmente se efectúa una preparación local del sitio (en el lugar de plantación), haciendo una casilla de grandes dimensiones (40x40x40 cm) y desbrozando a su alrededor. Esta modalidad permite la plantación entre la vegetación arbustiva o arbórea que proporciona el sombreado necesario para desarrollo de Aromo durante los primeros años. Es conveniente utilizar pala neozelandesa. Si las casillas se hicieran con pala común, o azadón conviene hacerlas en otoño para plantar después en primavera.

4.2.2 Plantación⁵

Aromo es una planta que durante el período invernal, tiene un crecimiento más lento, pero no lo detiene a diferencia de otras especies. Como consecuencia debe tomarse grande precauciones en su transporte y plantación.

El transporte hasta el lugar de plantación, debe realizarse cuidando exponerlas a la acción del viento y del sol, particularmente sobre las raíces, las que no deben resecarse exteriormente, ni sufrir daños mecánicos como consecuencia de su manipulación, tampoco debe sufrir daño la parte aérea. Las plantas deben transportarse en envases cerrados, con las raíces debidamente humedecidas, untadas en gel hidratante en lo posible. En el lugar de plantación deben ser conservadas a la sombra, en lugar húmedo, fresco y protegido del viento.

No se realiza marcación de manera estricta dada las características de la plantación, normalmente se define una densidad, de 2 x 2 m, la cual debe tomar en consideración las características del sitio y de la plantación (entre árboles, entre arbustos, en mezclas coetaneas), la plantación se lleva a cabo durante el invierno, cuando las condiciones de temperatura son bajas, siempre que el suelo no se encuentre helado, y presente condiciones de humedad en capacidad de campo. Deben evitarse los días de viento intenso, lluvias fuerte y torrenciales, y heladas recientes.

Durante la faena de plantación las plantas deben ser transportadas en cantidad no mayor que la necesaria para el trabajo de media jornada y deben retirarse de una en una, en la medida que se les plante. No debe dejarse a la intemperie por más de 3 a 5 minutos.

La planta se coloca en el hoyo de plantación con las raíces extendidas, luego se cierra presionando levemente los costados para impedir la formación de bolsones de aire y se apisona la zona superior sin provocar compactación, solamente para afirmar la planta.

Deben desecharse todas las plantas que se encuentren fuera de la norma establecida, que sus tallos o raíces presenten formas defectuosas, que se encuentren heridas o presenten daños sanitarios visibles y aquellas cuyas raíces hayan perdido la película de humedad.

Las plantaciones deben protegerse de la acción de animales mayores mediante cercado, especial cuidado se debe poner con los lagomorfos que pueden provocar daños cuantiosos. Estas plantas son muy apetecidas por aquellos animales.

4.2.3 Densidad de plantación

El objetivo de producción es la obtención de madera valiosa para muebles, chapas, tornería, etc. Alcanzar este objetivo depende directamente del diámetro, forma, densidad y color que presente la madera y la ausencia de nudos u otros defectos. La densidad de plantación juega un importante rol para conseguir estos objetivos; sin embargo, no se recomienda establecer Aromo australiano sobre superficies descubiertas, como bosques puros o en laderas expuestas al sol, ya que para obtener fustes con ramas delgadas se requiere de una plantación muy densa (2.000 a 2.500 plantas/ha), que requieren de un manejo intensivo, que comprende raleos numerosos de baja intensidad y poda alta, (De Zwaan, 1982 y Siebert², 1996), por lo que la densidad de plantación debe adecuarse a las condiciones de sitio, manteniendo la proporción ya citada.

A continuación se proponen algunas posibilidades de plantación:

- *Establecimiento en huecos de bosques existentes.* Se plantan 3 a 5 individuos distanciados de 1,0 a 1,5 m en pequeños grupos directamente debajo de una apertura en el dosel. Los espacios del bosque sean estos naturales o inducidos (raleos) deben tener un diámetro igual a 2/3 de la altura de los árboles que lo rodean (De Zwaan, 1982).
- *Establecimiento en huecos entre matorral (Maqui, Radal) especialmente en laderas de sombra,* ya que los matorrales proporcionan una cobertura protectora efectiva. El esquema utilizado es similar al anterior.
- *Plantaciones mixtas con especies pioneras de rápido crecimiento juvenil, tales como:* Pino oregón, Pino radiata, Eucaliptos, etc., pues al combinar Aromo con éstas, se potencian formas rectas, con ramas delgadas y buena poda natural⁶, a su vez lentos crecimientos iniciales como consecuencia de la cobertura. Debido a las características de fijador de nitrógeno (leguminosa), Aromo mantiene o incrementa la productividad del sitio, permitiendo que las especies acompañantes tengan un mejor desarrollo (Schlegel, 1989).

Para decidir el espaciamiento y modalidad de mezcla, se deben manejar antecedentes sobre la dinámica del crecimiento juvenil y adulto de las especies acompañantes. Aromo presenta mejor desarrollo cuando compite con otras especies por un lugar en el dosel superior.

Evidencias de esta tendencia existe en Tasmania donde se utiliza la modalidad de cultivar Aromo australiano junto con Pino radiata. Esta mezcla es considerada como muy promisorio. Stehle (1995) señala también que durante su visita a Chile las

plantaciones observadas por él, de mezclas con Pino radiata, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus delegatensis*, *Acacia dealbata*, Pino oregón y otras, las que parecen más promisorias son Pino oregón y Pino radiata.

4.2.4 Riego

Experiencias en las regiones IX y X han demostrado que en condiciones de plantación no se requiere riego, ni siquiera al primer año, debido a que las plantas están muy desarrolladas⁶.

4.2.5 Fertilización

No se recomienda la fertilización ya que las plantas vienen inoculadas desde el vivero, con bacterias del género *Rhizobium* y la fertilización puede inhibir la acción de éstas¹. La fertilización influye además sobre el proceso de duraminización, retardándolo (De Zaawn, 1982). Además Aromo define desde sus primeros años su estrategia de crecimiento y, si se fertiliza, su estrategia será de crecimiento rápido sin llegar a producir madera de calidad⁷. No obstante se muestra sensible a la deficiencia de Boro (Bangash y Gardiner, 1985), por lo que debe considerarse la fertilización con este elemento en caso de existir deficiencia en el suelo. Algunas evidencias señalan también que la fertilización con Fósforo tiene una marcada influencia en su crecimiento hasta 10 años después de la aplicación.

4.2.6 Control de maleza

Habitualmente no se realiza control de malezas; sin embargo, no ha sido evaluado aún el efecto de la competencia de maleza sobre el crecimiento inicial durante los años de establecimiento.

4.3 MANEJO

Al cultivar Aromo australiano para la producción de madera de calidad se debe adoptar medidas silviculturales especiales. Existen varios factores afectan el valor de la madera, los que se pueden manejar a través de la silvicultura. Entre ellos se encuentran la presencia de nudos, anillos de crecimiento muy anchos y conspicuos, color poco atractivo y la proporción de albura y duramen. Este último es muy importante debido a que el color oscuro es preferido para casi todos los usos que se dan a la madera, estando su valor directamente relacionado con el porcentaje de duraminización del trozo sin corteza (Harrison, 1974a, 1974b).

Sus productos maderables pueden destinarse a diferentes finalidades, pulpa, leña y madera aserrable o debobinable, sin embargo, los bosques de Aromo que presentan una alta rentabilidad son aquellos, que desde el punto de vista genético como de su manejo, han sido orientados a producir madera fina.

La calidad de su madera es dependiente del metabolismo del árbol, el que es a su vez gobernado por factores ambientales, entre ellos los más importantes son la luz, las condiciones del suelo y la temperatura.

La articulación de éstos, se encuentra estrechamente relacionado con el crecimiento del árbol. Los especialistas distinguen varias estrategias de crecimiento, sin embargo lo esencial, es que para producir madera de calidad y dimensiones requeridas, el Aromo debe desarrollarse lentamente durante sus primeros estadios de vida hasta alcanzar cierta condición fisiológica. Para ello requiere condiciones iniciales de semisombra de especies acompañantes. Durante este período el crecimiento se expresará mediante la elongación del tallo con incrementos diamétricos exiguos y desarrollará una buena poda lateral.

Más adelante, y ya en posición dominante, el espacio y la luz le permitirán un crecimiento vigoroso, desarrollar una copa amplia, se producirá un fuerte incremento diamétrico y se hará longevo. Unos 20 ó 30 arb/ha ocuparán esta posición, mientras la semillación generalmente abundante o el enriquecimiento del bosque mediante repoblación artificial, irán permitiendo la conformación de una masa forestal en la cual estarán presente todas las clases de edad, lo cual proporciona condiciones óptimas para su crecimiento.

Esta manera de desarrollar un bosque de Aromo presenta las características del método de manejo conocido como MÉTODO DE SELECCIÓN, el cual puede conducir a conformar masas multietáneas puras o mixtas y de las que se extrae al final del ciclo de corta, que puede variar de 1 a 5 años, el crecimiento acumulado durante ese período. Se extraen normalmente los árboles mayores que presenten la calidad requerida, además se extraen los árboles enfermos, de mala forma o que dificulten el crecimiento de otros.

El criterio con el cual se decide la extracción, considera la calidad del fuste y el potencial de crecimiento del árbol individual, evitando la extracción de varios árboles vecinos a la vez, lo que se traduce en un mayor costo de mano de obra calificada⁶. No se debe extraer árboles no maduros (suficientemente duraminizados) pues esto hace descender el precio de la madera o simplemente no es aceptado en el mercado de las maderas finas.

Cuando se manejan bosques heteroetáneos mediante cortas selectivas, es imprescindible contar con una adecuada red de accesibilidad (fajas de saca) y obreros forestales especializados en volteo dirigido.⁶

La mejor madera de Aromo se ha obtenido en el extranjero de árboles, cuyo diámetro oscila entre 50 cm y 130 cm, crecidos en medio del bosque nativo, sin embargo se considera que a partir de los 50 cm los ejemplares entregan ya una buena condición maderable.

La madera oscura, estable y libre de estrés es la que se requiere para su uso más noble, que es la fabricación de muebles finos y chapas. La experiencia en el

trabajo con la especie indica que un tratamiento precosecha como el anillado o la eliminación del ramaje pueden mejorar notablemente la calidad de la madera.

Leppe y Alcalde (1994) señalan que mediante el cultivo de Aromo en plantaciones puras de alta densidad es posible obtener, en forma sucesiva, diversos productos de alto valor comercial, tales como:

- Leña de alto poder calórico o madera pulpable en los primeros raleos.
- Madera aserrada de alta calidad para la fabricación de muebles, madera pulpable de fibra corta y leña, en los raleos posteriores.
- Madera debobinable, en las cortas finales (30-35 años) que alcanza valores superiores a los obtenidos con Pino y Eucalipto en países donde existe un mercado local de mueblería, como: Sudáfrica y Australia.

4.3.1 Crecimiento

En países como Australia y Sudáfrica se habla en general de incrementos volumétricos que fluctúan entre 10 y 16 m³/ha/año, pretendiendo llegar a rotaciones de 40 años con diámetros de 50 a 60 cm y más del 90 % del fuste duraminizado (Esterhuyse, 1985; Gleason, 1986; Gomes, 1988).

Al norte de Tasmania la especie alcanza incrementos en diámetro de 0,7 y 1,0 cm anuales y, en la zona de pantanos al sur de Tasmania (Swamplands), fluctúan entre los 0,5 y 1,0 cm con lo cual; se cosechan árboles de 50 cm de diámetro a los 35 años. A su vez la altura se incrementa a razón de 2 m en los 1^{er} años, descendiendo a 1 m anual, a medida que madura el árbol (Forestry Commission Tasmania, 1981).

Grosse *et al.* (1991) realizaron un estudio de rendimiento en dos zonas del país Chiloé y Arauco, obteniendo los resultados indicados en los Cuadros 1 y 2.

Estudios similares realizados por GT-Aromo en Cautín-Valdivia presentan los resultados del cuadro 3³.

Los estudios de crecimiento revelan incrementos diametrales entre 1 y 2 cm anuales en la zona de Arauco, VIII Región. Por otra parte, en la Isla Grande de Chiloé se ha determinado un incremento volumétrico de aproximadamente 60 m³/ha/año en un rodal puro de 20 años de edad, sin manejo, con 1.600 arb/ha, con un área basal de 78 m²/ha y una altura promedio de 25 m (CONAF, 1991).

Existen algunos errores de estimación en los cálculos de incrementos diametrales y de altura en los estudios de Chiloé y Arauco. Sin embargo; en general, se estima que un incremento anual de 25-30 m³/ha en volumen a los 40 años, pareciera ser un valor conservador, no difícil de obtener si se considera la alta productividad de algunas zonas del sur del país (Grosse *et al.*, 1991).

CUADRO 1
VARIABLES DE ESTADO DE LOS RODALES DE *A. melanoxylon* ESTUDIADOS EN
LA ISLA GRANDE DE CHILOÉ

VARIABLES	Rodal 1	Rodal 2	Rodal 3
Edad (años)	20	16-18	16-18
Densidad (n/ha)	1.601	1.416,5	1.076,5
DAP medio (cm)	24,86	24,61	24,3
Altura promedio total (m)	25	20,1	13,1
Área basal total (m ² /ha)	77,5	67,3	95,12
Volumen total (m ³ /ha)	827,5	584,4	780,4
Increment. medio volumen (m ³ /ha)	41,37	36,51	30,3
Increment. anual corriente (m ³ /ha)	61,18	62,65	67,2
Incremento DAP (cm/año)	0,77	0,83	1,22
Incremento en altura (m/año)	0,64	0,93	0,93
Tamaño de parcela (m ²)	1.778	353	353

Fuente: Grosse *et al.* (1991)

4.3.2 Productividad

En un rodal plantado el año 1958 en la IX Región, se ha observado un volumen de 310 m³ de madera valiosa concentrado en 280 arb/ha, es decir aquella contenida en los 6 primeros metros de los fustes que han alcanzado un diámetro menor de 40 cm, con un incremento en madera valiosa de 8,6 m³/ha/año. En forma similar un rodal de 12 años de edad, de regeneración natural (con raleos todos los años al principio y luego cada tres años) y una densidad de 865 arb/ha, presenta un volumen de 114,2 m³ de madera valiosa, es decir, con trozas de 8 m de largo rectas y sin ramas.⁶

4.3.3 Raleos

Los árboles responden muy bien a la competencia por luz en el estado juvenil, lo que se promueve con plantaciones densas para luego comenzar a los 5 años con raleos suaves y frecuentes, liberando paulatinamente los mejores ejemplares⁶. En Sudáfrica el servicio forestal estatal realiza raleos anuales en plantaciones realizadas en terrenos descubiertos durante los primeros 12 años, dejando una densidad final de 250 arb/ha, esta experiencia la ha venido realizando desde hace 20 años, pero los

CUADRO 2
ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS ÁRBOLES SUJETO
Y COMPETIDORES DE *A. melanoxylon* EN RODALES DE LA ZONA DE ARAUCO

VARIABLES	Mínima	Máxima	C.V. %
Edad (años)	25,000	69,000	38,22
DAP (cm)	28,000	54,000	27,59
Altura total (m)	18,800	41,000	24,40
Altura inicio copa (m)	3,000	32,000	40,55
Diámetro copa (m)	2,500	8,400	32,22
Volumen total (m ³ /ha)	0,330	2,800	59,77
Dap competidores (cm)	17,200	67,000	34,48
Altura total competidores (m)	15,700	38,500	24,63
Altura inicio copa competidores (m)	5,000	26,800	36,60
Diámetro copa competidores (m)	2,190	8,300	40,53
Distancia media competidores (m)	1,100	8,700	48,50
Incremento anual corriente en DAP (cm)	0,020	2,800	7,38
Incremento anual corriente en altura (m)	0,140	0,900	50,29
Incremento anual corriente en volumen (m ³ /árbol)	0,029	0,063	54,52

Fuente: Grosse *et al.* (1991)

CUADRO 3
VARIABLES DE ESTADO DE DIFERENTES RODALES
DE *A. melanoxylon* UBICADOS ENTRE CAUTÍN Y VALDIVIA.

Rodal/Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Edad (años)	17	34	23	29	34	27	30	25	32
Densidad (arb/ha)	4.467	1.950	1.200	1.500	2.267	1.400	1.100	2.300	1.150
DAP (cm)	12,30	26,10	24,30	23,30	18,30	25,30	30,80	13,80	25,40
Altura (m)	15,90	23,90	24,60	26,40	20,60	16,80	29,60	12,50	21,00
Área Basal (m ² /ha)	66,10	63,10	47,40	68,20	75,90	87,20	84,30	81,60	69,60
Volumen árbol (m ³ /ha)	0,108	0,545	0,487	0,475	0,277	0,360	1,003	0,09	0,453
Volumen total (m ³ /ha)	360	1.063	584,9	711,9	627,7	503,8	1.103	200	521,3
Incremento en volumen (m ³ /ha/año)	21,18	31,26	25,43	25,55	18,46	18,66	36,77	8,00	16,56

Fuente: Cerda¹ (1995)

resultados en cuanto a la calidad de la madera no han sido evaluados.⁷

En bosques puros establecidos, los raleos se realizan por lo alto, buscando manejar y formar copas vigorosas⁶, para llegar al final de la rotación con 200 a 250 arb/ha. La rotación se ha estimado, para el sur de Chile, de 45 a 50 años en promedio (para lograr diámetros de 70 cm), dependiendo directamente de la productividad del sitio y del origen de la semilla.

Intervenciones tempranas de manejo concentran el crecimiento en volumen en ejemplares de gran valor potencial, los cuales, por su óptima forma, contribuirán a fortalecer el bosque aumentando su resistencia frente a plagas y sequías⁶. Según el mismo autor, las intervenciones no deben ser excesivas en extracción, excluyéndose las talas en superficie.

En plantaciones mixtas, los raleos para las especies involucradas deben hacerse de acuerdo a los requerimientos de las especies acompañantes, para que no supriman a Aromo o dejen de cumplir con su rol de protección. Se recomienda utilizar especies de rápido crecimiento y que ojalá tengan objetivos de producción complementarios al de Aromo, como son producción de madera para pulpa, que además permiten obtener ingresos intermedios a la rotación de Aromo, como es el caso de Eucalipto y Pino radiata.

4.3.4 Podas

La poda de formación es necesaria, ya que se observa la tendencia en algunos individuos a formar doble flecha; si no se interviene frecuentemente uno de éstos se quiebra y provoca daños a los árboles adyacentes, además de descalificar la madera a la altura en la cual se produce el daño, y posibilitando además la entrada de hongos a la madera.

Podas laterales son necesarias cuando la densidad es baja, debiendo realizarse hasta la altura a la que se pretende obtener trozas de calidad. Se recomienda podar cada vez, hasta la mitad de la altura, para no comprometer las tasas de crecimiento futuro de cada individuo.⁷

5. PRODUCCIÓN

5.1 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN

5.1.1 Características macroscópicas

El duramen varía considerablemente en color y tonalidades, desde amarillo (albura), café rojizo, hasta casi negro (duramen). Este rango de variación es una resultante de la combinación de factores genéticos y de sitio. Debido a la distribución incompleta de extraíbles, la madera de Aromo presenta algunas manchas café (Haslett, 1986).

El grano es derecho, pero presenta áreas onduladas que dan a la madera una apariencia atractiva. Fustes de formas muy pobres pueden derivar en serios problemas de fibra revirada, que dificulta un procesamiento exitoso (Kannegeiser, 1989).

Los anillos de crecimiento se encuentran muy marcados. La zona de primavera presenta un fuerte contraste con la de verano, debido al color marrón de este último. También la albura y el duramen están diferenciados; la primera presenta un color blanco rosáceo y el duramen varía desde café amarillento hasta marrón oscuro, pasando por algunos matices rojizos. Es realmente pesada y resistente a choques y vibraciones. La albura es flexible, prestándose para trabajos de curvado, hasta un radio de 6 cm (Chudonoff, 1984). La textura fina y el grano recto producen un característico y decorativo veteado en la madera aserrada.

La cara tangencial presenta vetas oscuras, producto del corte longitudinal, lo que le da un aspecto jaspeado (Kannegiesser, 1989). Los radios leñosos son finos y de un color más claro que el resto de la madera (CONAF, 1991).

5.1.2 Característica microscópicas

Rodríguez (1974) realizó un estudio para elaborar pasta de celulosa a partir de la madera de Aromo australiano, determinando las características microscópicas tales como biometría de las fibras, análisis químico de la madera y un estudio de la corteza.

Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 4
CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LA MADERA DE *A. melanoxylon*

Características	Unidad	Valor
ESTUDIO BIOMÉTRICO DE LAS FIBRAS		
Longitud	mm	1,000
Ancho	mm	21,820
Espesor de pared	mm	3,010
Relación largo/ancho	mm	45,820
Proporción de pared	%	27,58
Diámetro de vasos	mm	0,123
Número de vasos por cm ²	Nº/cm ²	520
Porcentaje de vasos	%	63,00
ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MADERA		
Contenido de humedad	%	9,47
Solubilidad en agua fría	%	8,61
Solubilidad en agua caliente	%	9,23
Solubilidad NaOH (1%)	%	20,38
Extracción en éter	%	1,09
Extracción alcohol benceno 1:2	%	7,58
Porcentaje de cenizas	%	0,50
Porcentaje de Furfural	%	9,48
Porcentaje de pentosas	%	18,42
Porcentaje de pentosanós	%	16,21
Porcentaje de holocelulosa	%	73,86
Porcentaje de lignina	%	19,77
ESTUDIO DE CORTEZA		
Porcentaje de corteza en volumen	%	15,82
Porcentaje de corteza en peso húmedo	%	15,05
Porcentaje de corteza en peso seco	%	13,16

Fuente: Rodríguez (1974)

Un estudio realizado por Paz y Melo (1987) señala que los extraíbles en alcohol benceno (% bms), es de un nivel de 1,3 para madera de Aromo australiano.

5.1.3 Propiedades físicas

En general, la densidad de Aromo proveniente de Nueva Zelandia está dentro del rango considerado apropiado para mueblería y ensamblaje. La especie puede ser clasificada como de madera dura, de densidad media (Haslett, 1986).

El mismo autor señala que los resultados obtenidos de un amplio estudio de árboles de 70 años de edad reveló que la densidad básica se encuentra en un rango que va desde 465 a 670 kg/m³ con una media de 593 kg/m³; estos valores son similares a los resultados obtenidos en Aromos procedentes de Australia. Dentro del árbol, la densidad básica varía en forma vertical; sin embargo, para el perfil radial, la densidad básica aumenta pausadamente por sobre los primeros 150 mm donde se mantiene, y finalmente disminuye ligeramente en la albura. La densidad en estado verde y seco van desde 1.040 kg/m³ y 680 kg/m³, respectivamente.

Aromos jóvenes de rápido crecimiento (15 años) pueden tener una densidad básica promedio tan baja como 400 kg/m³, con sobre el 50 % de albura en el volumen.

Al respecto, INFOR (1990) señala densidades aparentes de madera de Aromo, al 12 % de contenido de humedad, de 0,647 gr/cm³; clasificándola como liviana.

Ananías (1989), estudió el comportamiento de la densidad básica, la contracción tangencial, radial y longitudinal, con la posición radial, la altura y la orientación cardinal en madera normal y de reacción proveniente de un mismo individuo de Aromo australiano de la zona de Colcura en la VIII Región. Del estudio se concluyó que la densidad básica aumenta desde la médula hasta el centro del radio del trozo y luego decrece hacia la periferia. En madera de reacción alcanza una magnitud de 0,51 gr/cm³ y en madera normal 0,54 gr/cm³. La orientación sur presenta la mayor variabilidad con la posición radial.

A una altura de 7,5 m la densidad básica de la madera de reacción alcanza un valor de 0,51 gr/cm³. En madera normal varía de 0,48 a 0,52 gr/cm³ entre los 5 y los 12,5 m respectivamente. La madera de reacción en la dirección norte alcanza una densidad básica de 0,50 gr/cm³; la madera normal en orientación sur 0,58 gr/cm³ a 12,5 m de altura en ambos casos.

La contracción radial y tangencial aumenta de la médula hacia la corteza. En madera de reacción de 6,3 % a 8,2 % en el sentido tangencial y de 3,2 % a 3,8 % en dirección radial; en madera normal de 6,6 % a 8,6 % en sentido tangencial y de 3,1 % a 3,9 % en dirección radial.

La contracción longitudinal de la madera de reacción en dirección norte llega a 0,26 % cerca de la periferia del trozo; en dirección sur madera normal, también se alcanza mayor magnitud (1,02 %) en posición radial. La orientación sur afecta

fuertemente el comportamiento de la contracción longitudinal de la madera normal, que aumenta en promedio de 0,24 % a 0,68 % de médula a corteza.

La contracción tangencial disminuye con la altura en el árbol. En madera de reacción varía de 8,6 % a 5,8 % y en madera normal se reduce de 8,1% a 7,2 %. La contracción radial de la madera de reacción fluctúa entre 4,2 % a 10 m y 1,9 % a 15 m de altura.

La contracción longitudinal de la madera de reacción y normal presenta un comportamiento similar hasta los 12,5 m de altura, pero es mayor en la normal en casi todo el rango de alturas analizado. La contracción longitudinal de la madera de reacción supera a la de madera normal cuando es medida en condiciones de humedad diferentes al estado anhidro.

El coeficiente de contracción unitario es de 0,30 en madera de reacción y 0,29 en madera normal. El punto de intersección de la contracción tangencial es 26,6 % en madera de reacción y 26,1 % en madera normal (*Op. cit.*).

5.1.4 Propiedades mecánicas de la madera

INFOR (1990) realizó una clasificación de especies madereras de corta rotación, según sus propiedades físicas y mecánicas. Entre ellas se incluyó Aromo. El método empleado fue el de Sallenave (1955; cit. por INFOR, 1990).

Los resultados fueron los siguientes:

CUADRO 5
PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO AUSTRALIANO

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR
DUREZA		
Dureza normal a la fibra	kg	438
Cota de dureza	kg	1.046
Clasificación de dureza		Semi-dura
Clasificación de cota de dureza		Normal
FLEXIÓN ESTÁTICA		
Módulo de ruptura	kg/cm ²	1.116,7
Resistencia a la compresión paralela	kg/cm ²	612,9
Clasificación módulo de ruptura		Mediana
Clasificación módulo de flexión		Grande
Clasificación módulo de tenacidad		Medianamente tenaz

Cuadro 5 / PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO AUSTRALIANO (continuación)

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR
FLEXIÓN DINÁMICA		
Coeficiente de resistencia	kg/m	0,803
Cota dinámica	kg/m	1,2
Clasificación de resistencia		Medianamente resistente
Clasificación de cota dinámica		Resistente
COMPRESIÓN PARALELA		
Resistencia a la compresión paralela	kg/cm ²	612,9
Cota de calidad estática		9,5
Clasificación de clase		Superior
Clasificación de cota estática		Ligera
CLIVAJE		
Resistencia unitaria al clivaje	kg/cm ²	41,0
Cota de laminabilidad		0,634
Clasificación de clase		Pequeña
Clasificación cota de laminabilidad		Muy laminable

Fuente: INFOR (1990)

INFOR⁸ (1996) realizó un estudio sobre las propiedades mecánicas del Aromo australiano en estado verde (contenido de humedad mayor al 30 %) y en estado seco (contenido de humedad igual al 12 %) Los resultados obtenidos se entregan en los Cuadros 6 y 7.

• *Resistencia:* En cuanto a la resistencia, el Aromo de Nueva Zelanda presenta resistencias similares a las de Tawa (*Beilschmiedia tawa*) y Aromo en Australia (Haslett, 1986). La madera neozelandesa tiene una dureza sobre la media, lo cual es importante en maderas para mueblería, siendo moderadamente resistente.

Sin embargo, estas propiedades de resistencia varían considerablemente entre árboles. Esto se ve reflejado en la amplia variación de densidad (por ejemplo, el árbol de menor resistencia tiene un módulo de ruptura un 20 % menor que los árboles promedio). Además, dentro del árbol la tendencia de las propiedades de resistencia son paralelas a la tendencia de la densidad; hay una pequeña variación en resistencia con la altura del árbol, pero ésta disminuye significativamente en la dirección radial, alcanza un máximo a 15 cm de la médula, y luego decae lentamente. Esta amplia variación en las propiedades de resistencia no disminuye la alta conveniencia de esta madera como material (*Op. cit.*).

CUADRO 6

PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO EN ESTADO VERDE (C.H. $\geq 30\%$)

PROPIEDAD	UNIDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
COMPRESIÓN PARALELA			
Tensión límite de proporcionalidad	kg/cm ²	187	37
Tensión de rotura	kg/cm ²	236	37
Contenido de humedad	%	81,9	16,7
Densidad inicial	kg/cm ³	827	118
Densidad anhidra	kg/cm ³	525	57
Densidad básica	kg/cm ³	463	51
COMPRESIÓN PERPENDICULAR			
Tensión unitaria en el límite de proporcionalidad	kg/cm ²	42	11
Tensión de rotura			
Deformación 2,5 mm	kg/cm ³	65	12
Falla	kg/cm ³	85	17
Contenido de humedad	%	88,4	17
Densidad inicial	kg/cm ³	805	145
Densidad anhidra	kg/cm ³	492	58
Densidad básica	kg/cm ³	423	52
TRACCIÓN PERPENDICULAR			
Radial			
Tensión máxima	kg/cm ²	27	8
Contenido de humedad	%	69,1	18,2
Densidad inicial	kg/cm ³	726	150
Densidad anhidra	kg/cm ³	538	73
Densidad básica	kg/cm ³	482	62
TANGENCIAL			
Tensión máxima	kg/cm ²	37	15
Contenido de humedad	%	68,2	25
Densidad inicial	kg/cm ³	709	114
Densidad anhidra	kg/cm ³	521	57
Densidad básica	kg/cm ³	458	50

Cuadro 6 / PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO EN ESTADO VERDE (continuación)

PROPIEDAD	UNIDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
CIZALLE PARALELO			
Radial			
Tensión máxima	kg/cm ²	73	12
Contenido de humedad	%	72,3	19
Densidad inicial	kg/cm ³	753	152
Densidad anhidra	kg/cm ³	526	61
Densidad básica	kg/cm ³	455	49
Tangencial			
Tensión máxima	kg/cm ²	91	15
Contenido de humedad	%	70,5	21,6
Densidad inicial	kg/cm ³	770	136
Densidad anhidra	%	524	55
Densidad básica	kg/cm ³	458	45
CLIVAJE			
Radial			
Resistencia máxima	kg/cm	37	6
Contenido de humedad	%	72,2	22,6
Densidad inicial	kg/cm ³	714	162
Densidad anhidra	%	561	79
Densidad básica	kg/cm ³	451	52
Tangencial			
Tensión máxima	kg/cm ²	47	13
Contenido de humedad	%	71,9	21,6
Densidad inicial	kg/cm ³	762	183
Densidad anhidra	%	600	134
Densidad básica	kg/cm ³	469	85

Cuadro 6 / PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO EN ESTADO VERDE (continuación)

PROPIEDAD	UNIDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
FLEXIÓN ESTÁTICA			
Tensión límite de proporcionalidad	kg/cm ²	118	17
Tensión de rotura	kg/cm ²	560	71
Módulo de elasticidad	kg/cm ²	127.801	29.131
Contenido de humedad	%	80,5	19,9
Densidad inicial	kg/cm ³	831	134
Densidad anhidra	kg/cm ³	523	61
Densidad básica	kg/cm ³	459	52

CUADRO 7

PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO EN ESTADO SECO (C.H. 12 %)

PROPIEDAD	UNIDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
COMPRESIÓN PARALELA			
Tensión de rotura	kg/cm ²	497	66
Contenido de humedad	%	9,9	0,3
Densidad inicial	kg/cm ³	559	62
Densidad anhidra	kg/cm ³	545	60
Densidad básica	kg/cm ³	519	57
COMPRESIÓN PERPENDICULAR			
Tensión unitaria en límite de proporcionalidad	kg/cm ²	86	15
Tensión de rotura	kg/cm ²		
Deformación 2,5 mm		107	18
Falla		132	21
Contenido de humedad	%	12,8	0,9
Densidad inicial	kg/cm ³	545	83
Densidad anhidra	kg/cm ³	517	81
Densidad básica	kg/cm ³	489	7,3

Cuadro 7 / PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO EN ESTADO SECO (continuación)

PROPIEDAD	UNIDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
TRACCIÓN PERPENDICULAR			
Radial			
Tensión máxima	kg/cm ²	20,5	4,8
Contenido de humedad	%	12,9	0,8
Densidad inicial	kg/cm ³	534	61
Densidad anhidra	kg/cm ³	514	61
Densidad básica	kg/cm ³	501	60
Tangencial			
Tensión máxima	kg/cm ²	27,9	9,4
Contenido de humedad	%	13,0	0,8
Densidad inicial	kg/cm ³	517	65
Densidad anhidra	kg/cm ³	496	66
Densidad básica	kg/cm ³	481	64
CIZALLE PARALELO			
Radial			
Tensión máxima	kg/cm ²	93,6	18,7
Contenido de humedad	%	12	2,7
Densidad inicial	kg/cm ³	560	78
Densidad anhidra	kg/cm ³	530	73
Densidad básica	kg/cm ³	512	74
Tangencial			
Tensión máxima	kg/cm ²	109,1	21,5
Contenido de humedad	%	12,4	0,4
Densidad inicial	kg/cm ³	505	78
Densidad anhidra	kg/cm ³	509	59
Densidad básica	kg/cm ³	466	54
CLIVAJE			
Radial			
Resistencia máxima	kg/cm	32,8	11,2
Contenido de humedad	%	13,3	1,6
Densidad inicial	kg/cm ³	534	69
Densidad anhidra	kg/cm ³	505	69
Densidad básica	kg/cm ³	489	64

Cuadro 7 / PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO EN ESTADO SECO (continuación)

PROPIEDAD	UNIDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Tangencial			
Resistencia máxima	kg/cm	54,9	15,4
Contenido de humedad	%	12,3	2,1
Densidad inicial	kg/cm ³	541	53
Densidad anhidra	kg/cm ³	523	54
Densidad básica	kg/cm ³	504	51
DUREZA			
Carga máxima	N		
Normal	N	3.192	1.169
Paralela	N	5.626	837
Contenido de humedad	%	13	0,6
Densidad inicial	kg/cm ³	559	63
Densidad anhidra	kg/cm ³	535	63
Densidad básica	kg/cm ³	515	63
EXTRACCIÓN DE CLAVOS			
Carga máxima	kg		
Normal		63	14,9
Paralela		35,3	11,1
Contenido de humedad	%	11,1	0,4
Densidad inicial	kg/cm ³	537	66
Densidad anhidra	kg/cm ³	516	62
Densidad básica	kg/cm ³	498	62
TENACIDAD			
Tangencial			
Energía absorbida	Ncm	4.077	1.215
Contenido de humedad	%	9,1	1,3
Densidad inicial	kg/cm ³	570	63
Densidad anhidra	kg/cm ³	564	78
Densidad básica	kg/cm ³	535	58

Cuadro 7 / PROPIEDADES MECÁNICAS DE AROMO EN ESTADO SECO (continuación)

PROPIEDAD	UNIDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
FLEXIÓN ESTÁTICA			
Tensión límite de proporcionalidad	kg/cm ²	249	53
Tensión de rotura	kg/cm ²	1.266	151
Módulo de elasticidad	kg/cm ²	195.339	49.082
Contenido de humedad	%	8,5	0,3
Densidad inicial	kg/cm ³	569	66
Densidad anhidra	kg/cm ³	565	64
Densidad básica	kg/cm ³	528	59

• *Contracción, Estabilidad Dimensional y Propiedades relacionadas:* El Aromo posee una baja contracción. La contracción desde estado verde a 12 % de contenido de humedad es 3,6 % tangencialmente y 1,8 % radialmente (Haslett, 1986).

Debido a que Aromo es más impermeable que Pino radiata, tiene mejor estabilidad transversal. Sin embargo el *Pinus radiata* tiene una estabilidad longitudinal superior, probablemente debido al bajo punto de intersección de contracción de Aromo.

El Aromo proveniente de Australia presenta inestabilidades dimensionales, las cuales pueden derivar en fallas en la línea de encolado.

Para minimizar este problema, la madera debe ser secada al contenido de humedad adecuado y correctamente encolada; estas recomendaciones se aplican igualmente al Aromo procedente de Nueva Zelanda (*Op. cit.*), (Cuadro 8).

CUADRO 8
ESTABILIDAD DIMENSIONAL (EN %) DE AROMO Y PINO RADIATA

CARACTERÍSTICAS	Aromo Australiano	Pino Radiata
Punto de intersección de contracción	25,4	28,7
Contenido de humedad de equilibrio a 90% HR	19,2	21,2
Contenido de humedad de equilibrio a 60% HR	12,0	12,3
Movimiento en sentido longitudinal	2,7	2,0
Movimiento tangencial con 60% HR	1,3	1,0
Movimiento en sentido transversal	1,6	2,2
Hinchamiento tangencial después de 24 hr a 95% HR	4,6	7,4

Fuente: Haslett (1986)

5.1.5 Secado e impregnación

- **Secado:** El Aromo es una madera dura relativamente fácil de secar (Gleason, 1986); tablas menores a 50 mm de espesor pueden ser secados al horno desde estado verde sin degradación significativa. El mayor problema asociado con el secado al horno desde estado verde es que los tiempos varían enormemente; el cuarteado de Aromo toma el doble de tiempo de secado que el floreado de duramen. Por esta razón, se recomienda que todo el material, particularmente de 50 mm de espesor o más, se seque al aire en castillos hasta alcanzar un contenido de humedad de aproximadamente 30 %; posteriormente en hornos hasta lograr el contenido de humedad de equilibrio (Haslett, 1986).

El secado al aire de tablas de 25 mm a 30 % de CH toma de 12 a 20 semanas en Rotorua (dependiendo de la estación), con un posterior secado al horno que toma 4 días más aproximadamente (*Op. cit.*).

El Aromo tiene una baja contracción y una leve tendencia al colapso, especialmente cuando es secado a temperaturas elevadas. En forma preliminar el secado al aire eliminará el colapso, haciendo el reacondicionamiento final innecesario. Las torceduras son un problema atribuible a la mala forma de los fustes; estos problemas deberían disminuir en árboles manejados silviculturalmente (Nicholas, 1982).

- **Durabilidad y Preservación:** Resultados preliminares sugieren que el duramen de Aromo proveniente de Nueva Zelanda podría ser clasificado como durable y la albura como perecible. Ambos son tratados con difusión de boro (Haslett, 1986).

La albura es susceptible al ataque del barrenador doméstico común *Anobium punctatum* y a *Lyctus brunneus*. Sin embargo, la aparente baja infestación de estos dos insectos sugiere que los tratamientos de preservación probablemente no se justifican (*Op. cit.*).

La durabilidad del duramen es intermedia, manteniéndose los postes por 12 años en el suelo sin deteriorarse (Streets, 1962). El duramen es resistente a los tratamientos de impregnación, ya sea en estanques abiertos o sistemas de presión (Chudonoff, 1984).

5.1.6 Procesamiento de la madera

- **Aserrío:** El Aromo no tiene dificultades para ser aserrado exitosamente con sierras huinchas, normalmente usadas para Pino radiata (sierras de 45 - 70 mm). Una terminación suave y aceptable puede ser obtenida dentro de un rango de velocidades de alimentación, pero debido a que la densidad del Aromo es más alta que la de Pino radiata, son aconsejables velocidades de alimentación inferiores. Debido a la alta densidad del Aromo podría esperarse un mayor desgastamiento de la sierra que el provocado por el aserrado de *Pinus radiata* (Haslett, 1986).

El estrés de crecimiento puede causar algunos cuarteados en trozos y en madera aserrada en uso, pero estos niveles son bajos si se comparan con otras maderas duras como Eucaliptos, Tawa y otras.

Los trozos pueden ser aserrados en cortes floreados o cuarteados, pero el primero de estos es preferido debido a que no requiere trozas largas o equipos de aserrado especializados y posee un mejor veteado. Sin embargo, la poca estabilidad longitudinal del Aromo, podría causar problemas en el ancho de las tablas floreadas.

En un estudio de rendimiento de madera aserrada de árboles de 70 años sin manejo se obtuvo que sólo un 45 % de la madera era aprovechable, de ésta sobre el 65 % de la madera aserrada obtenida fue clear, dressing o clear cutting (*Op. cit.*).

- *Enchapado y Tableros:* El debobinado de Aromo australiano requiere de un pretratamiento para obtener un producto de alta calidad; para ello, es necesario determinar aquellos factores que inciden directamente en el estado de la superficie de la chapa y su posterior encolado (Haslett, 1986).

Después de un acondicionamiento a 70° C se pueden sacar chapas de 0,5 mm sin dificultad. El Aromo es moderadamente fácil de descortezar. Se debe evitar las manchas ocasionadas por metales y taninos, que provienen del contacto entre la chapa húmeda y el metal. En el proceso de secado se debe tener cuidado, ya que la chapa fácilmente se puede doblar y rasgar (*Op. cit.*).

Devlieger *et al.* (1987) realizaron un estudio sobre las características del debobinado de Aromo australiano concluyendo que el defecto de menor ocurrencia sobre la superficie es la rugosidad. Su presencia afecta a menos del 2,5 % de la superficie de la chapa a temperatura de calentamiento entre 60 a 80°C. En cuanto al arrancamiento de fibras y pelosidad, los resultados son variables, alcanzando siempre valores altos a temperatura de 90°C, independiente de la tasa de compresión (8, 12 y 16 %). Respecto a los espesores de chapas, éstos se mantienen constantes para las tasas de compresión 8 y 12 %, notándose una leve disminución en relación con un aumento de la temperatura para la tasa de 16 %.

Otra característica que es importante determinar es la resistencia de la chapa a la tracción perpendicular, para obtener el grado de agrietamiento. Los resultados obtenidos señalan una gran dispersión de valores, lo que puede atribuirse a una variabilidad de las características tecnológicas entre árboles. No obstante lo anterior, la tendencia general es un incremento de la resistencia de la chapa a medida que aumenta la temperatura del debobinado, independiente de la tasa de compresión utilizada, lo que coincide con lo expresado por Gupta *et al.* (1979).

Sobre la resistencia al cizalle del plano de unión, se aprecia que los resultados más significativos se obtienen generalmente para una temperatura de 70°C. Esta condición de debobinado, asociada a una tasa de compresión del 12 %, permite obtener valores individuales de rotura por cizalle superiores a 1 N/mm.

Los resultados obtenidos permiten concluir que, el efecto de la temperatura es determinante sobre la calidad de la chapa y su encolado. Tasas de compresión de 12 % y temperaturas cercana a 70°C permiten obtener un buen estado de superficie de las chapas y en consecuencia un buen encolado de las mismas.

Al debobinar rollizos a temperaturas cercanas a 90°C, se minimiza la profundidad de las grietas, aumentando la resistencia a la tracción de la chapa.

- **Propiedades de Trabajabilidad:** La madera de Aromo es fácilmente trabajable, buena para torno; generalmente tiene buen brillo y veteado lo que permite obtener terminaciones lisas y un buen pulido. La madera puede, sin embargo, variar en densidad y color aún cuando los árboles provengan de un mismo sitio. Acepta pinturas y barnices y es fácil de encolar, clavar y atornillar (Nicholas, 1982).

El material de fibra recta tiene buenas propiedades de trabajabilidad, pero el material con fibra revirada es propenso a severas quebraduras, frecuentes en Aromo (Haslett, 1986).

- **Encolado:** Se puede usar amplia variedad de adhesivos con éxito; sin embargo, se debe hacer notar que adhesivos caseinados teñirán la madera en la línea de cola (Haslett, 1986).

- **Manchado y Pulido:** No hay problemas con el manchado, pudiéndose alcanzar pulidos finos. Ocasionalmente se han observado manchas por exudaciones oscuras que no afectan las terminaciones finas y pulidas (*Op. cit.*).

Según Haslett (1986) el Aromo se puede clasificar según su trabajabilidad del siguiente modo:

- **Mellado:** Moderado, de acuerdo a la densidad.
- **Clavado:** Debe ser taladrado antes de clavar.
- **Cepillado:** Longitudes con grano derecho darán una excelente terminación con un ángulo de corte de 30° y velocidades de alimentación, bajas a moderadas. El material que contiene fibra revirada incurre en severas quebraduras y apelmusamiento del grano. Para este tipo de material, el ángulo de corte debe ser reducido y las longitudes individualmente procesadas en forma manual.

- **Lijado:** El lijado ocasionalmente produce una superficie fibrosa. El aserrín de Aromo es especialmente irritante para la piel y fosas nasales de algunas personas.

- **Aserrió:** La dureza puede causar calentamiento durante el aserrío, por lo que sierras del tipo carbono-tungsteno son una ventaja.

- **Atornillado:** Sin problemas.
- **Taladrado:** Bueno, no obstante; pueden ocurrir calentamientos.
- **Tornería:** Es una excelente madera para torno cuando se trabaja a altas velocidades, con cuchillas bien afiladas.

5.2 PRODUCCIÓN NACIONAL

En Chile no existe un mercado formal de la especie. El mercado está restringido a leña y madera pulpable, teniendo un mercado atractivo a nivel de estos productos. Forestal Diguillín compra madera para pulpa con el objetivo de exportarlo a Japón, ya que la densidad de la madera y las características de la fibra la asemeja al *Eucalyptus globulus*; Forestal Santa Fe compra fibra corta para incorporarlo en su proceso productivo en un 5 % mezclado con *Eucalyptus*.

Existe además una demanda creciente por madera pulpable de Aromo por parte de algunas empresas como Forestal y Agrícola Monteágüila y Colcura.

Se desconoce información sobre el mercado de trozas para chapas, así como también para producción de madera aserrada de la especie.

En la actualidad, considerando la calidad y características estéticas de la madera de la especie se pretende orientar su producción a madera madura valiosa, por su alto valor comercial (INFOR, 1995).

5.3 EXPORTACIONES

La producción mundial de trozas de Aromo australiano probablemente no exceda los 30.000 m³/año, lo que equivaldría a un máximo de entre 10.000 a 15.000 m³/año de madera aserrada. El principal productor es Australia (Tasmania) con 16.000 m³/año, Sudáfrica con 2.500 m³/año y Nueva Zelandia con 500 m³/año.

El consumo de madera de Aromo australiano está focalizado en los lugares donde crece la especie, debido a su limitado abastecimiento ya que es muy solicitada para la fabricación de muebles. Por esta razón, virtualmente no existe un comercio internacional (exportación / importación) de la especie (*Op. cit.*).

La compra de madera aserrada se orienta hacia la exportación, ya que este mercado representa mayores utilidades; sin embargo, ha sido irregular y a baja escala. En 1994 Chile exportó madera aserrada hacia Australia exigiéndosele las siguientes especificaciones de mercado:

Tablones de cualquier largo, de corrido sin depurar;

Ancho mínimo establecido de 4 pulgadas y;

Espesor entre 1 - 2 pulgadas, prefiriéndose la primera.

En 1990 las exportaciones de Aromo ascendieron a US\$ 51.200, lo que representó el 0,005 % de las exportaciones forestales totales del país. Para 1994 el retorno fue de US\$ 19.600, cifra un 62 % menor con respecto a 1990 y que se tradujo, en una participación del 0,002 %, en el total de la exportación forestal nacional (INFOR, 1995).

En Sudáfrica se considera una troza de madera como valiosa cuando tiene un diámetro mínimo entre 20 a 40 cm, en gran parte duraminizado (se puede alcanzar el 90 % del diámetro con duramen). Existen rangos de calidad de acuerdo al diámetro, densidad, color, forma, presencia de nudos y otros defectos. Una troza de alto valor es aquella que posee un diámetro entre: 60 y 100 cm y largo entre: 2,5 y 3,5 m,

rectos, cilíndricos, sin nudos y duramen de color café. Sin embargo, para obtener un buen precio, las características más importantes son diámetro libre de ramas y especialmente, el color del duramen.⁷

En Australia existen cuatro categorías de trozas de Aromo australiano, dependiendo básicamente del color del duramen.

A nivel de troza para chapa existen las siguientes categorías:

CUADRO 9
CLASIFICACIÓN DE TROZAS PARA CHAPAS SEGÚN CALIDAD

Clase	Diámetro mínimo (cm)	Largo mínimo (m)
P (Principal)	60	3,0
A (Promedio)	45	2,5
M (Comerciable)	35	2,0
S (Útil)	20	1,0

Fuente: Stehle (1996)

Sin duda el producto más importante de la exportación de Aromo, en cuanto a su permanencia y montos de retorno en el mercado es la madera aserrada, la cual, en 1990 y 1994, representó el 85 y 100 % respectivamente del total de las exportaciones forestales de la especie.

Parece importante destacar que, aunque es baja la cantidad de madera de Aromo exportada, su retorno es alto. Por ejemplo, en 1994 la madera aserrada se transó en US\$ 350/m³.

Las exportaciones realizadas de Aromo australiano entre los años 1985 y 1993 se presentan en el Cuadro 10.

CUADRO 10
EXPORTACIONES DE AROMO CLASIFICADAS POR PRODUCTO 1985-1993

Año	Mes	Producto	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (US\$/unidad)	Destino
1985	Mayo	Tablones	32,95	m ³	367,92	Australia
	Julio	Tablones	8,99	m ³	412,12	Australia
1986	Febrero	Tablones	6,30	m ³	353,17	Australia
	Mayo	Mad. Chapas	1,21	m ³	624,00	Australia
	Julio	Tablones	52,92	m ³	470,00	Australia
	Septiembre	Tablones	29,43	m ³	129,00	Australia

Cuadro 10 / EXPORTACIONES DE AROMO CLASIFICADOS POR PRODUCTO (continuación)

Año	Mes	Producto	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (US\$/unidad)	Destino
1987	Julio	Tablones	47,98	m ³	520,00	Australia
	Octubre	Tablones	50,93	m ³	524,76	Australia
1988	Enero	Tablones	66,11	m ³	516,00	Australia
	Septiembre	Tablones	26,91	m ³	516,60	Australia
	Abril	Flores de madera	3,00	toneladas	1.863,30	Australia
1989	Octubre	Tablones	105,30	m ³	130,00	Sudáfrica
1990	Enero	Tablones	290,50	m ³	150,80	Sudáfrica
	Agosto	Madera pisos	9,50	m ³	672,84	Sudáfrica
	Octubre	Semillas	30,00	kilos	35,00	Sudáfrica
1993	Julio	Tablones	56,25	m ³	350,00	Australia

Fuente: INFOR (1985,1986, 1987, 1988,1989, 1990,1991,1992,1993,1994)

5.4 PRECIOS

Respecto a las exportaciones chilenas previamente mencionadas, es importante resaltar que los precios exportados corresponden a diferentes calidades, fluctuando el valor comercializado de la madera aserrada entre 130 y 673 US\$/m³.

Para la exportación de madera aserrada en 1994 los precios que se pagaron en Australia fluctuaron entre 400 y 1.200 US\$/m³ de madera clear aserrada y seca.

El precio actual del metro ruma de Aromo australiano es de \$18.500, igual al precio registrado en años anteriores para Eucalipto. La razón se debió a que Japón determinó que la alta concentración de taninos encarecía el blanqueo en el proceso de pulpage (INFOR, 1995).

La leña de Aromo es muy cotizada por su alto poder calorífico, alcanzando precios de \$8.000 el metro de leña.

En Australia 1 m³ aserrado seco en tablas de 15 cm de ancho y largo variable alcanza los 1.600 US\$ FOB. El metro cúbico de madera aserrada seca en tablones de 8 a 13 cm de ancho y largo variable, alcanza los 1.350 US\$ FOB (Darrow, 1995). Se desconoce el nivel de precios que tiene la madera para chapas.

En Sudáfrica los precios de las trozas aserrables varían dependiendo del mercado y oscilan entre 274 y 548 US\$/m³ puesto a orilla de camino. Por trozas para chapas en 1994 se pagó 825 US\$/m³ para la clase A, 426 US\$/m³ para la clase M, 157 US\$/m³ por clase S y en general para trozas sin clasificación entre 400 a 147 US\$/m³.

(precios internos). La categoría P no se transó por falta de oferta. Madera aserrada, por tablones de una pulgada de espesor clear se paga 885 US\$/m³ y por tablones del mismo espesor sin ninguna clasificación 700 US\$/m³, siendo ambos precios internos (*Op. cit.*).

En Nueva Zelanda no se sabe de restricciones severas para la venta de madera de Aromo, debido a que no existe un mercado formal, pero se han pagado hasta 1.115 US\$/m³ por madera de buena calidad (*Op. cit.*).

5.5 USOS DE LA MADERA

Tradicionalmente, el Aromo se ha plantado con fines ornamentales, para dar sombra, protección o como cortinas cortaviento y cortafuego. Ha sido exitoso en la conversión de bosques húmedos subtropicales de bajo rendimiento a plantaciones de rápido crecimiento, así como en la estabilización de dunas. Además, como casi todas las especies del género *Acacia*, proporciona un excelente combustible.

Su madera, de alta calidad, se emplea principalmente como elemento decorativo para revestimiento de interiores, de muebles, ebanistería, tornería, fabricación de mesas de billar, pisos, instrumentos musicales, madera aserrada y elaborada, culatas de armas de fuego, estructuras de embarcaciones, remos, mangos, etc.

El debobinado es poco apropiado para la obtención de chapas; no así para el defoliado.

El follaje joven contiene hasta un 16 % de proteínas, siendo apetecido como forraje para animales (CONAF, 1991).

Debido a su textura media, atractiva apariencia y buenas propiedades de trabajabilidad, en Tasmania la madera de Aromo es un excelente sustituto del Rimu, de la Tawa y de numerosas otras maderas comúnmente importadas. Comparada con el Eucalipto, el Aromo es fácil de aserrar y secar (Gleason, 1986).

6.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 ANTECEDENTES

6.1.1 Crecimiento esperado

El crecimiento esperado proviene de la utilización de un simulador de crecimiento realizado por Salinas (1995), para el cual utiliza los siguientes supuestos:

- Se consideran incrementos medios anuales en los 10 primeros años de $23 \text{ m}^3/\text{ha/año}$; en los años 10 al 25, de $27 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, entre los años 25 y 35, de $15 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ y durante el período comprendido entre los 35 y 45, de $10 \text{ m}^3/\text{ha/año}$; descendiendo gradualmente hasta $5 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ hasta el final del período de corta (año 60).

- Después del año 60, se espera un incremento medio anual de $20 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ indefinidamente, producto del aporte de la regeneración natural.

- No se considera un retraso en la respuesta del crecimiento posterior al raleo.

- Se considera que al año 40 cada árbol extraído tendrá un diámetro medio de 50 - 60 cm, con un volumen aproximado de 3 m^3 (los porcentajes de aprovechamiento se presentan en el Anexo III).

- Por último, se considera que a los 40 años el 90 % del árbol está duraminizado, al igual que en las extracciones cada 5 años.

6.1.2 Rotación

El presente estudio evalúa la posible plantación de Aromo con rotaciones infinitas, ya que se trata de un manejo con cubiertas permanentes, no se emplea el término “rotación”, sino que el de “cortas de extracción”. Para esto, la primera extracción se realiza cuando la plantación inicial ha alcanzado 40 años; posteriormente se efectúan extracciones cada 5 años a posteridad.

6.2 MARCO DE EVALUACIÓN

Esta evaluación económica corresponde a un análisis de los egresos e ingresos percibidos durante el desarrollo de Aromo. Los costos incluyen la inversión inicial para concretar la plantación, los costos de administración, los de manejo, los de mantenimiento y de cosecha (para las extracciones). Los ingresos corresponden a la venta de los diversos productos de la plantación.

La evaluación consideró 3 escenarios:

- Escenario I: presenta una situación de costos bajos de establecimiento, manejo y administración, y precios altos de los productos;
- Escenario II: donde se evalúa con costos y precios probables; y
- Escenario III: que evalúa a costos altos de establecimiento, manejo y administración, y precios bajos de los productos.

Estos se evaluaron con bonificación forestal y sin ella. La bonificación forestal reembolsa el 75 % de los costos de establecimiento estimados por CONAF, administración y de las dos primeras podas.

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

Este modelo se define de la siguiente forma:

$$\text{VES} = \frac{V(R) + \sum_t \text{IN}_t (1+i)^{R-t} - C}{(1+i)^R - 1} - C - \frac{a}{i}$$

donde:

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

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

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

6.3 ANTECEDENTES BÁSICOS

6.3.1 Indicadores económicos

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

Unidad de Fomento (UF): \$ 12.394,70

Dólar observado (US\$): \$ 405,76

6.3.2 Valor de la jornada de trabajo

Los criterios para determinar el valor de la jornada de trabajo para los distintos escenarios evaluados fue el siguiente: *Escenario I*: El costo de la mano de obra equivale al salario mínimo legal, cuyo valor alcanza los \$ 58.900 mensuales correspondientes a 24 jornadas. *Escenario II*: El costo de la mano de obra corresponde al salario moda pagado por las empresas forestales a nivel nacional. *Escenario III*: El costo de la mano de obra equivale al salario máximo pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

Se consideraron los siguientes costos de mano obra por jornada:

CUADRO 11
VALOR BRUTO DE LA JORNADA DE TRABAJO

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

En las faenas de podas, raleos y extracciones se consideró un valor de mano de obra especializada de \$5.000, con una variación según los escenarios de 10 %.

6.4 COSTOS DIRECTOS

6.4.1 Costos de establecimiento

Se propone una densidad de plantación inicial de 1.600 plantas/ha.

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

6.4.2 Costos de manejo

Incluye las actividades de desbroce, podas y raleos (Anexo II).

6.4.3 Costos de cosecha

Incluye las faenas de volteo y madereo para cada una de las extracciones, así como campamentos necesarios para dichas faenas. También incluye la construcción de caminos realizados en años anteriores al primer raleo comercial (Anexo II).

6.4.4 Costos de administración

Se supuso que se destinan 4 jor/ha/año para la administración de estas plantaciones. El valor de las jornadas se consideró según lo estipulado para cada uno de los escenarios mencionados anteriormente e incluye las siguientes actividades:

- labores menores en la plantación
- supervisión.

Se incluye además, dentro de este ítem, el costo de seguro contra incendios, daño por viento, desastres naturales y heladas, que 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 II).

6.4.5 Costos de mantención

Incluye la mantención de cortafuegos a partir del 2º año hasta el año 58, realizándose esta actividad cada 2 años (Anexo II).

6.4.6 Costos de protección forestal

El análisis considera 3 aspectos en lo que se refiere a protección:

- control y combate de incendios
- guardería
- control de plagas y enfermedades

Los dos primeros son considerados como costos anuales, a partir del año 60 se consideran estos tres aspectos cada 5 años (Anexo II).

6.5 DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LOS PRODUCTOS

Actualmente en Chile existe un mercado limitado para productos pulpables y energéticos. Para productos de alta calidad como madera debobinable y madera para muebles, los precios utilizados corresponden a precios de exportación a orilla de camino (Cuadro 12).

Cabe destacar que la diferencia en los precios de los productos derivados de la plantación y de la regeneración natural; se debe a la menor calidad de los primeros, debido a que su madera se encuentra sometida a un menor estrés, crece a mayor velocidad y logra la duraminización, que proporciona mayor calidad y, por lo tanto mayor valor.

CUADRO 12
PRECIOS DE PRODUCTOS A ORILLA DE CAMINO

Productos	Precio (\$/m ³)		
	Mínimo	Normal	Máximo
Precios de trozas de la plantación (*)			
Madera pulpable	5.440	6.045	6.650
Madera aserrable	12.629	14.032	15.435
Madera debobinable	46.800	52.000	57.200
Precios de trozas de la regeneración natural (**)			
Madera pulpable	6.791	7.545	8.300
Madera aserrable	23.227	25.808	28.389
Madera debobinable	67.500	75.000	82.500

(*) Fuente: INFOR (1995)

(**) Fuente: Salinas (1995)

6.6 ESQUEMAS DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO

Se evaluó un solo sitio de crecimiento para Aromo australiano. Los esquemas de manejo se presentan en los cuadros 13 a 15, evaluados bajo los distintos escenarios planteados: I, II y III.

Los esquemas propuestos consideran un tipo de manejo intensivo, orientado a la producción de madera debobinable, aserrable y, por último, pulpable.

El esquema de manejo intensivo considera 7 raleos y dos podas para la generación proveniente de la plantación, a partir del año 60 se considera extracciones cada 5 años equivalentes a un volumen de 100 m³/ha producto del aporte de la regeneración natural.

A continuación se indican las situaciones consideradas:

- Sitio de crecimiento moderado: IS 27
- Tipo de manejo: intensivo
- Objetivo: madera debobinable, aserrable y pulpable
- Ar60 11: Escenario I, costos bajos - precios altos.
- Ar60 12: Escenario II, costos probables - precios probables.
- Ar6013: Escenario III, costos altos - precios bajos.

CUADRO 13
ESQUEMA DE MANEJO PARA *Acacia melanoxylon* MODALIDAD Ar6011
PLANTACIÓN

Edad (años)	N° arb/ha Residual	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	–	–	Roce	Liviano
				Cortafuego	Ancho: 4 m
				Preparación de suelos	Tractor agrícola
				Control de malezas	Control puntual
				Plantación	
1	1.584	–	–	Desbroce	
9	1.440	11,3	–	Primera poda	Podar hasta los 4 m de altura
10	1.140	12,0	35	Primer raleo comercial	
12	1.140	15,9	–	Segunda poda	Podar hasta el 40% de la altura total
15	840	19,8	70	Segundo raleo comercial	
20	590	29,0	80	Tercer raleo comercial	
25	390	37,9	90	Cuarto raleo comercial	
30	240	43,1	53	Quinto raleo comercial	
35	200	47,6	84	Sexto raleo comercial	
40	170	50,0	57	Séptimo raleo comercial	
45	130	52,4	92	Primera extracción	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo
50	85	54,8	121	Segunda extracción	
55	40	57,2	135	Tercera extracción	
60	40	59,2	132	Cuarta extracción	
65 +	–	–	100	Extracciones posteriores	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Acacia melanoxylon* MODALIDAD Ar6012

PLANTACIÓN

Edad (años)	Nº arb/ha Residual	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	—	—	Roce	Liviano
				Reducción de desechos	Trituración
				Cortafuego	Ancho: 4 m
				Preparación de suelos	Tractor agrícola
				Control de malezas	Control puntual
				Control de lagomorfos	
				Plantación	
1	1.584	—	—	Desbroce	
9	1.440	11,3	—	Primera poda	Podar hasta los 4 m de altura
10	1.140	12,0	35	Primer raleo comercial	
12	1.140	15,9	—	Segunda poda	Podar hasta el 40% de la altura total
15	840	19,8	70	Segundo raleo comercial	
20	590	29,0	80	Tercer raleo comercial	
25	390	37,9	90	Cuarto raleo comercial	
30	240	43,1	53	Quinto raleo comercial	
35	200	47,6	84	Sexto raleo comercial	
40	170	50,0	57	Séptimo raleo comercial	
45	130	52,4	92	Primera extracción	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo
50	85	54,8	121	Segunda extracción	
55	40	57,2	135	Tercera extracción	
60	40	59,2	132	Cuarta extracción	
65+	—	—	100	Extracciones posteriores	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo

CUADRO 15
ESQUEMA DE MANEJO PARA *Acacia melanoxylon* MODALIDAD Ar6013
PLANTACIÓN

Edad (años)	Nº arb/ha Residual	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	—	—	Roce	Pesado
				Reducción de desechos	Ordenación en fajas
				Cortafuego	Ancho: 4 m
				Preparación de suelo	Tractor agrícola
				Control de malezas	Control puntual
				Control de lagomorfos	
				Plantación	
1	1.584	—	—	Desbroce	
9	1.440	11,3	—	Primera poda	Podar hasta los 4 m de altura
10	1.140	12,0	35	Primer raleo comercial	
12	1.140	15,9	—	Segunda poda	Podar hasta el 40% de la altura total
15	840	19,8	70	Segundo raleo comercial	
20	590	29,0	80	Tercer raleo comercial	
25	390	37,9	90	Cuarto raleo comercial	
30	240	43,1	53	Quinto raleo comercial	
35	200	47,6	84	Sexto raleo comercial	
40	170	50,0	57	Séptimo raleo comercial	
45	130	52,4	92	Primera extracción	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo
50	85	54,8	121	Segunda extracción	
55	40	57,2	135	Tercera extracción	
60	40	59,2	132	Cuarta extracción	
65+	—	—	100	Extracciones posteriores	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo

6.7 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

En base a los antecedentes anteriormente señalados se procedió a realizar la evaluación económica de Aromo australiano bajo las diferentes situaciones propuestas.

Para mayor detalle de esta evaluación (flujos de costos e ingresos), remitirse a biblioteca INFOR o CONAF.

Los resultados de la evaluación se resumen en el Cuadro 16, que ilustra los valores de rentabilidad del proyecto con y sin bonificación estatal, en los diferentes escenarios planteados.

CUADRO 16
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA *Acacia melanoxylon*
(M\$/ha)

ESCENARIOS	ÍNDICE DE SITIO		
	27		
	10%	8%	6%
Sin Bonificación			
Escenario I	-145	132	897
Escenario II	-415	-202	430
Escenario III	-754	-604	-107
Con Bonificación			
Escenario I	-69	213	984
Escenario II	-339	-121	518
Escenario III	-678	-523	-20

Aromo australiano en el marco de análisis (muy conservador), resiste tasas de descuento del 6% como la mayoría de las especies de rotaciones medias a la largas, lo cual se considera aceptable para este tipo de inversiones.

La rentabilidad de este tipo de proyectos se asocia fuertemente con dos aspectos básicos:

- Precios razonables a buenos y,
- Costos razonables

Ambos factores señalan que es indispensable escoger apropiadamente los sitios, así como ajustar el manejo de manera tal que los egresos realizados correspondan a actividades rentables. Es también de gran importancia la generación de productos de alto valor, que puedan alcanzar el mayor precio en el mercado.

Esta evaluación se realizó utilizando los precios del mercado nacional que castigan fuertemente el valor de los productos. Por ejemplo, el precio utilizado para

trozas aserrables fue aproximadamente de 58 US\$/m³ que es el menor precio posible para este producto, el que según los antecedentes (Capítulo 5.4), puede alcanzar en el mercado internacional hasta 548 US\$/m³. Por su parte el precio utilizado para trozas debobinables fue de 115 y 166 US\$/m³ cuando estas pueden llegar hasta 825 US\$/m³.

Estos valores mejoran indudablemente la rentabilidad de este cultivo.

OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE AROMO AUSTRALIANO, VIII - X REGIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se sintetiza el trabajo realizado para identificar las zonas potenciales de establecimiento de Aromo australiano (*Acacia Melanoxylon* R. Br.) en Chile, en el marco del proyecto "Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional".

Para determinar las zonas potenciales de plantación, es necesario conocer los requerimientos, edáficos, climáticos o altitudinales de la especie y las características del área en estudio, principalmente precipitación, humedad relativa, evapotranspiración potencial, temperaturas, drenaje, textura, profundidad y otras que puedan tener un especial interés; en resumen aquellas que identifican la zona.

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

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

7.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA AROMO AUSTRALIANO

Las superficies totales potenciales por región aptas para la introducción de Aromo australiano, se indican en el Cuadro 17. Se debe hacer la salvedad que estas zonas no han sido corregidas por restricciones como uso de la tierra, capacidad de uso del suelo, áreas silvestres protegidas, bosque nativo e infraestructura entre otras, lo que, unido a la escala de trabajo sólo permite obtener superficies indicativas de su distribución potencial en base a clima y suelo, por lo que los datos *no se pueden traducir en superficie útil para plantación*. Un estudio, que incluya las restricciones mencionadas y una escala superior de análisis, sin duda proporcionará información de mayor precisión.

CUADRO 17
**SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA AROMO
 AUSTRALIANO**

Región	Área Potencial (ha)	Porcentaje Potencial
VIII Región del Bío - Bío	1.830.114	33,69
IX Región de La Araucanía	1.701.927	31,33
X Región de Los Lagos	1.900.566	34,98
TOTAL	5.432.607	100,00

7.3 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE AROMO AUSTRALIANO, VIII - X REGIÓN

7.3.1 Zona de estudio

Si bien es cierto que se puede encontrar Aromo australiano desde la región Metropolitana hasta la X Región (Siebert, 1996) (Anexo I) las zonas más interesantes para producirlo en forma rentable se encuentran entre la VIII y X Regiones (Op. cit.); o como lo menciona Stehle (1996) entre la IX y X Regiones; es por esto que la zona de estudio para *Acacia melanoxylon* se extendió desde la VIII a la X Región.

7.3.2 Información general utilizada

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

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

7.3.3 Información específica utilizada

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

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

7.3.4 Requerimientos ecológicos de Aromo australiano

7.3.4.1 Temperatura máxima media del mes más cálido

Según Hall y Wolf (1981), en el sur de Australia, donde alcanza su mejor desarrollo, la temperatura máxima media del mes más cálido oscila entre 19°C y 22°C, pudiendo llegar, más al norte, entre 26°C y 30°C.

En consideración a la literatura citada se empleó una temperatura máxima media del mes más cálido entre 19°C y 30°C.

7.3.4.2 Temperatura mínima media del mes más frío

La temperatura mínima media del mes más frío en el sur de Australia, lugar donde Aromo australiano alcanza su mejor desarrollo, oscila entre 1°C y 0°C (Hall y Wolf, 1981).

De acuerdo con la bibliografía, en la consecución de las zonas potenciales, se utilizó valores de temperatura mínima del mes más frío mayores o iguales a 0°C.

7.3.4.3 Temperatura media anual

En Chile, los rodales con buen desarrollo están ubicados en zonas cuyas temperatura media anual es de 12,5°C (Siebert y Cerda, 1994). Por otro lado al contrastar los lugares donde se desarrolla Aromo australiano y los antecedentes climáticos de la base de datos, se encontraron temperaturas medias entre 10°C y 13,5°C.

En consecuencia se empleó valores de temperatura media anual de entre 10,0°C y 13,5°C, ambos inclusive.

7.3.4.4 Precipitación anual

En la costa sureste de Australia, donde se desarrolla *Acacia melanoxylon*, las precipitaciones medias son del orden de 785 mm a 1.000 mm (Hall y Wolf, 1981). En el noreste de Tasmania (Australia), donde se produce el 70% de la madera de Aromo australiano que produce este estado, las precipitaciones bordean los 1.800 mm anuales (Forestry Commission of Tasmania, 1981; Hall y Wolf, 1981). En Chile los rodales de mejor crecimiento se encuentran en sitios con precipitaciones sobre los 2.000 mm (Siebert y Cerda, 1994). Por otro lado Grosse *et al.* (1991) señalan precipitaciones medias de entre 450 mm y 1.800 mm.

Se determinó las precipitaciones de aquellos lugares en los que se conoce la presencia de *Acacia melanoxylon* en Chile, siendo superiores a 1.000 mm.

En consecuencia, para los análisis realizados, se consideró una precipitación anual igual o superior a 1.000 mm.

7.3.4.5 Meses secos

Hall y Wolf (1981) mencionan 3 meses de relativa sequía en la costa sudeste de Australia.

De esta forma, el criterio utilizado en el análisis de las zonas potenciales fue de máximo 3 meses secos.

Se estableció como mes seco aquel cuya precipitación es menor o igual a $1/5$ de la evapotranspiración potencial:

$$\begin{aligned} & Pp_{\text{mensual}} > (1/5) \times Ev_{\text{mensual}} \\ \text{donde} \quad & Pp_{\text{mensual}} = \text{Precipitación media mensual} \\ & Ev_{\text{mensual}} = \text{Evapotranspiración media potencial mensual} \end{aligned}$$

Esta relación se determinó sobre la base de experiencias de varios investigadores (De La Lama, 1982 y Bourke⁹, 1996).

7.3.4.6 Profundidad del suelo

En la literatura consultada se menciona que Aromo australiano necesita de suelos profundos (Siebert y Cerda, 1994 y Grosse *et al.*, 1991; Stehle, 1996). Sin embargo, *Acacia melanoxylon* es una especie que se puede adaptar a diferentes profundidades de suelo, encontrándose incluso en terrenos delgados presentando raíces superficiales (Schlegel, 1990).

La condición usada en los análisis corresponde a suelos profundos (desde 80 cm) ya que los suelos delgados corresponden a situaciones en las que el crecimiento, no es bueno.

7.3.4.7 Textura del suelo

Según la literatura, Aromo australiano se desarrolla en texturas franco limosas o de transición (Siebert y Cerda, 1994); en muy arcillosas y densas (Sheppard, 1987); en arenales, aunque con rendimientos menores (Siebert, 1996); en arcillas limosas (Kannegiesser, 1989).

En el análisis de las zonas potenciales se consideró aquellos suelos con texturas medias a pesadas. En el Cuadro 18, se especifica la clasificación textural utilizada.

CUADRO 18
CLASIFICACIÓN TEXTURAL

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

Fuente: Adaptado de Peralta (1976)

7.3.4.8 Drenaje del suelo

Aromo australiano prefiere suelos sin limitaciones de drenaje (Siebert y Cerda, 1994, Grosse *et al.*, 1991); también Stehle (1996) coincide con la necesidad de un buen drenaje. Sin embargo Shepard (1987) y Schlegel (1990) señalan que, Aromo australiano puede crecer en terrenos con drenaje restringido.

En el análisis de las zonas potenciales, se incluyó todos aquellos suelos que presentan drenaje bueno a moderado, drenajes malos o imperfectos no se consideraron, ya que bajo esas condiciones el desarrollo es menor.

7.3.4.9 Reacción del suelo

De acuerdo a Siebert y Cerda (1994) Aromo australiano se ubica en terrenos levemente ácidos; Grosse *et al.* (1991) mencionan suelos neutros a ácidos.

En consideración a la literatura consultada se utilizó suelos con pH ácido a ácido-neutro (valores entre 5,0 y 6,9).

7.3.4.10 Altitud

En Australia se ha encontrado *Acacia melanoxylon* entre 1.300 msnm y 1.400 msnm, aunque en condiciones climáticas que no se han comparado con Chile (CSIRO, 1993). Siebert y Cerda (1994) mencionan que en el país, la especie se ha establecido hasta los 500 msnm.

Por lo tanto se han considerado las altitudes menores o iguales a 500 msnm.

7.4 ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE AROMO AUSTRALIANO, VIII - X REGIÓN

7.4.1 Área potencial para Aromo australiano en la VIII Región del Bío-Bío

Luego de identificadas cada una de las limitantes que caracterizan el establecimiento de *Acacia melanoxylon* y sus áreas de distribución, se generaron las

zonas que cumplen con todas las características necesarias, para el desarrollo de la especie.

La VIII Región presenta un 49,38% de su superficie potencialmente apta para la plantación de Aromo australiano. La distribución de las zonas apropiadas es en la costa; en el valle central, a excepción de prácticamente toda la superficie entre Chillán y Los Angeles, así como el norte de la Cordillera de Nahuelbuta (Anexo V).

Del análisis de las limitantes y su influencia en la zona potencial para plantación con *Acacia melanoxylon* en la VIII Región, se concluye que los parámetros más restrictivos en cuanto a área corresponden a: *textura del suelo* y *altitud*.

En el Cuadro 19, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 19

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA VIII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Textura del suelo	65,20	El área apropiada se ubica en la costa y en el valle central, excepto algunos grandes segmentos entre Chillán y Los Angeles	Esta limitante es medianamente restrictiva para el Aromo australiano en la VIII Región
Altitud	65,44	Se excluye la precordillera, Cordillera de los Andes y el norte de la Cordillera de Nahuelbuta	La altitud es medianamente restrictiva
Drenaje del suelo	69,69	Las zonas favorables corresponden a la costa y valle central, eliminándose en éste varios sectores entre Chillán y Los Angeles	El drenaje del suelo es medianamente restrictivo para el establecimiento de <i>Acacia melanoxylon</i> en la región
Temperatura	72,33	La zona favorable se distribuye en la costa y en el valle central, en éste se elimina una extensión ubicada al oeste de Chillán que va desde el límite regional norte hasta la altura de Concepción	Este parámetro es poco restrictivo para la introducción de Aromo australiano en la VIII Región

Cuadro 19 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA VIII REGIÓN (continuación)

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Profundidad del suelo	73,03	La zona apta se ubica en la costa y valle central, en éste se excluyen parte del norte y oeste de Chillán, así como el oeste de Los Angeles	La profundidad del suelo es poco restrictiva para el establecimiento de <i>Acacia melanoxylon</i> en la VIII Región
Temperatura máxima media del mes más cálido	86,92	La zona desfavorable abarca prácticamente toda la Cordillera de los Andes y en el valle central algunas áreas al norte y oeste de Chillán	La temperatura media máxima no constituye una barrera importante para la especie en la VIII Región
Temperatura mínima media del mes más frío	88,15	El área apta se ubica en toda la costa y valle central; se excluyen la precordillera sur de la región y toda la Cordillera de los Andes	La temperatura mínima media es muy poco restrictiva para el establecimiento de la especie en la región
Meses secos	93,91	La ubicación de la zona conveniente es en la costa; en el valle central, eliminándose una extensión ubicada al oeste de Chillán que va desde el límite regional norte hasta la altura de Concepción; la precordillera y Cordillera de los Andes	Los meses secos no son una limitante importante para el establecimiento de Aromo australiano
Precipitación anual	93,91	La distribución de la superficie apropiada es en la costa; en el valle central, eliminándose una extensión ubicada al oeste de Chillán que va desde el límite regional norte hasta la altura de Concepción; en la precordillera y Cordillera de los Andes	La variable precipitación anual es un impedimento para el establecimiento de la especie
Reacción del suelo	98,23	Las áreas no apropiadas para la especie se ubican principalmente al norte y oeste de Chillán y al oeste de Los Angeles	La reacción del suelo no representa un obstáculo para el establecimiento de la especie en la región

7.4.2 Área potencial para Aromo australiano en la IX Región de La Araucanía

Una vez realizados los análisis en la IX Región y conjugar las necesidades de la especie con las características del terreno se obtuvo que la IX Región presenta 53,50% de su superficie potencialmente apta para la plantación de Aromo australiano. La distribución de las zonas apropiadas es en sectores de la costa; en el valle central, a excepción de prácticamente toda la superficie entre Victoria y Temuco y la parte inmediata a la precordillera. Se excluye también casi toda la Cordillera de Nahuelbuta (Anexo VI).

Los parámetros más restrictivos en la región son: *altitud, drenaje del suelo, textura del suelo y profundidad del suelo.*

En el Cuadro 20, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación.

CUADRO 20

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA IX REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Altitud	59,44	Se excluye parte de la Cordillera de Nahuelbuta, el valle central inmediato a la precordillera, la precordillera y la Cordillera de los Andes	La altitud constituye una limitante altamente restrictiva para la especie en la IX Región
Drenaje del suelo	66,44	Las zonas favorables corresponden a algunos sectores de la costa y en el valle central, eliminándose en éste un área hacia el oeste entre Victoria y Temuco	El drenaje del suelo es medianamente restrictivo para el establecimiento de <i>Acacia melanoxylon</i> en la región
Textura del suelo	68,94	La posición del área apropiada para la especie es en algunas secciones de la costa y en el valle central, excepto un sector al sudeste de Angol	La textura del suelo es medianamente restrictiva para Aromo australiano en la IX Región
Profundidad del suelo	69,09	La zona que cumple la restricción se ubica en algunas áreas de la costa y en el valle central.	La profundidad del suelo es medianamente restrictiva para el establecimiento de <i>Acacia melanoxylon</i> en la IX Región.
Temperatura media anual	73,82	La zona desfavorable se distribuye en la precordillera y en la Cordillera de los Andes.	Este parámetro es poco restrictivo para la introducción de Aromo australiano en la IX Región.
Temperatura máxima media del mes más cálido	81,74	La zona favorable se ubica en gran parte de la región, eliminándose la precordillera y en la Cordillera de los Andes, parte alta y media.	La temperatura máxima es muy poco restrictiva para la especie en la IX Región.
Temperatura mínima media del mes más frío	81,74	Se excluye la precordillera y la Cordillera de los Andes, parte alta y media.	La temperatura mínima es muy poco restrictiva para el establecimiento de la especie en la región.
Reacción del suelo	98,83	Las áreas no apropiadas para la especie se ubican en partes de la costa y en el noroeste de Temuco.	La limitante no representa un obstáculo para el establecimiento de la especie en la región

Cuadro 20 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN IX REGIÓN (continuación)

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Meses secos	100	En la totalidad de la región se observa como máximo tres meses secos, cifra límite tolerada por la especie.	La variable meses secos no es una limitante para el establecimiento de Aromo australiano
Precipitación anual	100	La totalidad de la IX Región cumple esta condición.	La precipitación anual no es un impedimento para el establecimiento de la especie
Área potencial total para Aromo australiano	53,50	La distribución de las zonas apropiadas es en sectores de la costa; en el valle central, a excepción de prácticamente toda la superficie entre Victoria y Temuco y la parte inmediata a la precordillera. Se elimina también casi toda la Cordillera de Nahuelbuta	

7.4.3 Área potencial para Aromo australiano en la X Región de Los Lagos

Individualizadas las limitantes que caracterizan el establecimiento de Aromo australiano y sus áreas de distribución, se generaron las zonas de la X Región que cumplen con todas las características necesarias para el desarrollo de la especie, las que abarcan un 28,86% de la superficie regional. Las zonas apropiadas se localizan en la costa, excepto la Cordillera de la Costa desde el sur de Valdivia hasta la altura del lago Llanquihue; en el valle central, eliminándose un amplio sector desde el este de Osorno hasta el Canal de Chacao hacia el oeste de Puerto Montt; en algunas áreas en el noreste de la Isla Grande de Chiloé y en el este de Castro; la provincia de Palena no presenta aptitud.

Las limitantes que menor superficie aportan a la zona potencial de *Acacia melanoxylon* en la X Región, son *Drenaje del suelo*, *Profundidad del suelo*, *Textura del suelo* y *Temperatura media anual*.

En el Cuadro 21, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación.

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA X REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Drenaje del suelo	37,51	Las zonas favorables corresponden a la costa y valle central, excepto una franja que comienza al este de Osorno y termina en el canal de Chacao al sudoeste de Puerto Montt; algunos sectores en el noreste de la Isla Grande de Chiloé.	El drenaje del suelo es altamente restrictivo para el establecimiento de <i>Acacia melanoxylon</i> en la región.
Profundidad del suelo	37,75	La zona que cumple la restricción se ubica en la costa y en el valle central, excepto una franja que comienza al este de Osorno y termina en el canal de Chacao al sudoeste de Puerto Montt; en algunos sectores en el noreste de la Isla Grande de Chiloé.	La profundidad del suelo es un parámetro altamente restrictivo para el establecimiento de <i>Acacia melanoxylon</i> en la X Región
Textura del suelo	43,69	La posición del área apropiada para la especie es en la costa y valle central hasta el canal de Chacao; en el noreste de la Isla Grande de Chiloé.	La textura es altamente restrictiva para Aromo australiano en la X Región.
Temperatura media anual	50,92	La zona favorable se distribuye en toda la costa; en el valle central excepto un área al norte de Puerto Montt; en el norte de la Isla Grande de Chiloé y en el sudeste desde aproximadamente Castro.	Este parámetro es una limitante importante para la introducción de Aromo australiano en la X Región.
Altitud	64,04	La zona cumple dicho intervalo, distribuyéndose en la costa y valle central, excepto la Cordillera de la Costa desde el sur de Valdivia hasta la altura del lago Llanquihue; en la isla Grande de Chiloé sólo se elimina la llamada Cordillera de Piuchén al oeste de Castro; y en escasos sectores de la provincia de Palena.	La altitud constituye una limitante medianamente restrictiva para la especie en la X Región
Temperatura máxima media del mes más cálido	66,79	La zona favorable se ubica en la costa, valle central y parte de la precordillera, hasta el canal de Chacao; en el norte de la Isla Grande de Chiloé y en el sudeste desde aproximadamente Castro; y en algunos sectores de la provincia de Palena.	La temperatura media máxima es medianamente restrictiva para la especie en la X Región.
Meses secos	72,38	La zona apta se ubica en la costa, valle central y parte de la precordillera hasta el canal de Chacao; en toda la Isla Grande de Chiloé; y en algunos sectores de la provincia de Palena.	Los meses secos son poco restrictivos para el establecimiento de la especie.

Cuadro 21/ DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA X REGIÓN (continuación)

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Precipitación anual	72,38	La zona apta se ubica en la costa, valle central y parte de la precordillera hasta el canal de Chacao; en toda la Isla Grande de Chiloé; y en algunos sectores de la provincia de Palena.	La precipitación anual es poco restrictiva para el establecimiento de la especie.
Temperatura mínima media del mes más frío	72,38	La zona apta se ubica en la costa, valle central y parte de la precordillera hasta el canal de Chacao; en toda la Isla Grande de Chiloé; y en algunos sectores de la provincia de Palena.	La temperatura mínima media es poco restrictiva para el establecimiento de la especie en la región.
Reacción del suelo	83,39	Las áreas apropiadas para la especie se ubican en la costa, en el valle central, excepto una franja que comienza al este de Osorno y se extiende hasta el canal de Chacao al oeste de Puerto Montt, precordillera y Cordillera de los Andes; en algunos sectores al noreste de la Isla Grande de Chiloé; y en toda la provincia de Palena.	La reacción del suelo no representa un obstáculo para el establecimiento de la especie en la región.
Área potencial total para Aromo australiano	28,86	La distribución de las zonas apropiadas es en la costa, excepto la Cordillera de la Costa desde el sur de Valdivia hasta la altura del lago Llanquihue; en el valle central, eliminándose un amplio sector desde el este de Osorno hasta el canal de Chacao hacia el oeste de Puerto Montt; en algunas áreas en el noreste de la Isla Grande de Chiloé y en el este de Castro; la provincia de Palena no presenta aptitud.	

COMUNICACIONES PERSONALES

- 1.- Harbard, J. 1995. Biólogo. Consultor Australiano en Mejoramiento de Árboles.
- 2.- Siebert, H. 1996. Ingeniero Forestal. GT-Aromo. Valdivia.
- 3.- Cerda, J.P. 1995. Ingeniero Forestal. CONAMA.
- 4.- Stehle, T.C. 1996. Consultor Forestal Sudafricano. Viveros de la X Región.
- 5.- Shlegel. 1990. Doctor en Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- 6.- Stehle, T.C. 1995. Consultor Forestal Sudafricano.
- 7.- INFOR. 1996. División de Industrias. Trabajo realizado como parte del proyecto «Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional»
- 8.- Bourke, Michael. 1996. Ingeniero Forestal. Asesor de la Corporación Nacional Forestal.
- 9.- Loewe, Verónica. 1995. Ingeniero Forestal. Instituto Forestal.
- 10.-

BIBLIOGRAFÍA

- ANANÍAS, R. 1989. Variabilidad de la densidad básica y la contracción en madera de Aromo australiano *Acacia melanoxylon* R.Br.). Ciencia e Investigación Forestal 6(6): 119-130.
- BANGASH, SH; GARDINER, BN. 1985. Dieback disease a cause of boron deficiency in forest trees. Pakistan Journal of Forestry. 1985., 35: 1,2131.
- CAVANAGH, T. 1987. Germination of hard-seeded species (Order Fabales). En: Langka mp, D. Germination of australian native plant seed. AMIRA. Melbourne, Sidney, Inkata Press. Melbourne, Sidney. PP. 58-70
- CHACÓN, 1995. Decisiones económico financieras en el manejo forestal. Universidad de Talca, Talca, Chile. 248 p.
- CHITTACHUMNONK, P; SIRILAK, S.1991. Performance of Acacia species in Thailand. Advances in tropical acacia research. Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, 11-15 February 1991 (edited by TurnbuH, J.W.). ACIAR Proceedings Series. 1991., No. 35, 153158; 4 ref. Canberra, Australia; Australian Centre for International Agricultural Research.
- CHUDONOFF, M. 1984. "Tropical timbera of the world." United States Departament of Agriculture. Handbook N° 607.464 p.
- CONAF 1991. "Aromo australiano: ¿una especie del futuro?". Chile Forestal N° 181: 28-29.
- CSIRO. 1993. Seed of **Acacia**. In: Catalogue of Commercial Seeds. 31 p.
- DARROW, W. 1995. Report on the silviculture and marketing of blackwood (*Acacia melanoxylon*) and its potencial role in South African forestry. South African Institute for Commercial Forestry Research. Bulletin series N° 3/95.13 p.
- DEVLIEGER,S; CUEVAS,H; INZUNZA,L. 1987. Características del debobinado de *Acacia melanoxylon*. Ciencia e Investigación Forestal 1987, 1(2):109-113.

- DE LA LAMA G., G. 1982. Atlas del Eucalipto. Tomo V. Ministerio de Agricultura. INIA. ICONA. Madrid, España. 70p.
- DE ZWAAN, J. G. 1980. Is a seedless blackwood tree a possibility? South African Forestry Journal. 113: 59-61
- DE ZWAAN, J. G. 1982: The Silviculture of blackwood (*Acacia melanoxylon*). South African Forestry Journal. N° 121 pp: 38-43.
- DE ZWAAN, J.G; VAN DERSIJDE, R.A. 1990. Early results of three Blackwood (*Acacia melanoxylon*) provenance trials in South Africa. South African Forestry Journal. 1990., No. 152, 2325.
- DRILEEPAN, K. 1991. Insect pests of intercrops and their potential to infest oil palm in an oilpalm based agroforestry system in India. Tropical Pest Management. 1991., 37: 1,5758.
- ESTERHUYSE, C. J. 1985. Site requirement of the most important commercial trees planted in South Africa. South African Forestry Journal. Division of Forestry Information Departament Of Enviornment Affairs. Pretoria. June 1985. pp: 61-66.
- FARRELL, T.P; ASHTON, D.H. 1978. Population studies on *Acacia melanoxylon* R. Br. in Eastern Australia. 1. Variation in seed and vegetative characteristics. Australian Journal of Botany. 26 (3): 365379.
- FOREST RESEARCH INSTITUTE. 1982. Australian blackwood (*Acacia melanoxylon*). What's new in forest research? Australia. N° 105, 4p.
- FORESTRY COMMISSION TASMANIA. 1981. Blackwood and its management. Tasmania, Goverment Printer. 8p.
- FRANKLIN, D. 1987. Resistance of Tasmanian blackwood to frost damage. New Zealand Tree Grower. 1987., 8: 3, 74-75.
- GELDENHUYS, C.J. 1986. Cost and benefits of Australian blackwood *Acacia melanoxylon* in South African Forestry. In: Proceeding a of the national synthesis symposium on the ecology of biological invasions. South Africa. Oxford University Press. 275-283.

- GLEASON, C. D. 1986. Tasmanian blackwood; its potential as a timber species. NZ. Forestry Service. Anual Report. 7-12.
- GOMES, A. L. 1988. Estimativa da algunos parámetros dendrométricos e *Acacia melanoxylon* R. Br. Simposio sobre a floresta e o ordenamento do espaço de montanha (edit. Alves, A.A.M.; Velez, J.C.). 1523; 5 ret Vila Real, Portugal; Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro.
- GROSSE, H; KANNEGIESSER, U; QUIROZ, L. 1991. Silvicultura de *Acacia melanoxylon* (Informe final) INFOR. Concepción. Chile. 59p.
- GUPTA, R; RAJAWAT, M; BAGGA, J; SHUKLA, L. 1979. Peeling characteristics of indian timbers. Part XVII. *Holzforschung und holzverwertung* 3 1(4):82-85.
- HALL, N.y WOLF, L.J. 1981. Summary of meteorological data in Australia. SCIRO. Division report N°6. 117p.
- HARRISON, C.M. 1974a. Heartwood content patterns in *Acacia melanoxylon* in the southern cape. *Forestry in South Africa* 15: 31-34.
- HARRISON, C. M. 1974b. Heartwood colour patterns in South Africa *Acacia melanoxylon*. *Forestry in South Africa* 17: 49-56.
- HASLETT, 1986. «Properties and utilisation of exotic speciality timbers Grown in New Zealand». New Zealand Forest Service. FRI Bulletin N° 119, Pp: 3-11.
- INFOR, 1990. Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación. Informe Técnico N° 122 pp: 57-86. Santiago. Chile.
- INFOR, 1995. Antecedentes de mercado de Aromo australiano. Manuscrito Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio Instituto Forestal/Corporación Nacional Forestal. Valdivia, Chile.
- INFOR-CONAF. 1985. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1984). Boletín estadístico N°26. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 111 p.

- INFOR-CONAF. 1986. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1985). Boletín estadístico N° 3. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 158 p.
- INFOR-CONAF. 1987. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1986). Boletín estadístico N° 38. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 122 p.
- INFOR-CONAF. 1988. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1987). Boletín estadístico N° 5. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 161 p.
- INFOR-CONAF. 1989. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1988). Boletín estadístico N° 9. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 186 p.
- INFOR-CONAF. 1990. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1989). Boletín estadístico N° 14. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 171 p.
- INFOR-CONAF. 1991. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1990). Boletín estadístico N° 19. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 173 p.
- INFOR-CONAF. 1992. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1991). Boletín estadístico N° 24. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 202 p.
- INFOR-CONAF. 1993. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1992). Boletín estadístico N° 27. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 177 p.
- INFOR-CONAF. 1994. Exportaciones forestales chilenas. (Enero-Diciembre 1993). Boletín estadístico N° 34. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal, Santiago. Chile. 110 p.
- JONES, C; SMITH, D. 1988. Effect of 6-benzylaminopurine and 1-naphthylacetic acid on in vitro axillary bud development of mature *Acacia melanoxylon*. Combined Proceedings International Plant Propagators Society. 1988, publ. 1989., 38, 389-393.

- KANNEGIESSER, U. 1989. Antecedentes generales sobre *Acacia melanoxylon* (Aromo australiano). Ciencia e Investigación Forestal. 7: 90-97.
- KLIEJUNAS, J.T. 1979. Effects of *Phytophthora cinnamomi* on some endemic and exotic plant species in Hawaii in relation to soil type. Plant Disease Reporter. 1979., 63 (7):602606.
- LEPPE, A.; ALCALDE, J. A. 1994. Proyecto de investigación «Producción de plantas tetraploides de *Acacia melanoxylon*». Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Unidad de Biotecnología Agropecuaria. 10p.
- MEYER, H.J; STADEN, J. VAN. 1987. Regeneration of *Acacia melanoxylon* plantlets in vitro. South African Journal of Botany. 1987., 53: 3, 206209.
- MIDGLEY, J.J; BOND, W.J. 1990. Knysna fynbos 'islands': origins and conservation. South African Forestry journal. 1990., No. 153, 1821.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA; ODEPA; SAG; INIA; IREN. 1968. Plan de desarrollo Agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre la provincia de Aconcagua y Chiloé. Ministerio de Agricultura, ODEPA. Santiago. Chile.
- MITCHELL, M.R; GWAZE, D.P; STEWART, H.T.L. 1987. Survival and early growth of Australian tree species planted at a termite infested site in Zimbabwe. East African Agricultural and Forestry journal. 1987., 52:4, 251-259.
- MONCUR, M.W.; MORAN, G.F. and GRANT, J.E. 1991. Factors limiting seed production in *A. mearnsii*. In, advances in tropical *acacias* rearesearch: proceedings of a workshop held in Bangkok. Thailand, 11-15 Feb. 1991. ACIAR Proceedings N° 35 Turnbull, J. W. (Ed.).
- MORAN, G.F. MUONA, O and BELL, J.C. 1989. *A. mangium*: a Tropical Forest Tree of the Coastal Lowlands with Low Genetic Diversity. Evolution 43 pp: 231-235.
- MUONA, O; MORAN, G.F; BELL, J.C. 1991. Hierarchical patterns of correlated mating in *Acacia melanoxylon*. Genetics. 1991., 127 (3): 619626.

- NICHOLAS, I.D. 1982. «Australian blackwood (*Acacia melanoxylon*).» What's new in forest research. N° 105. Forest Research Institute, New Zealand.
- NICHOLAS, I; HAY, E. 1990. Selection of special-purpose species: effect of pests and diseases. New Zealand Journal of Forestry Science. 1990., 20 (3):279-289.
- NOVOA S. A., R.; VILLASECA C., S. Editores. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. INIA. Santiago. Chile. 221 p. y mapas.
- PARODI, L. 1959. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. De. ACME. Buenos Aires. Argentina. Tomo N° 8. 85 p.
- PAZ, J.; MELO, R. 1987. «Nuevas especies en la producción de celulosa», Celulosa y Papel, Volumen 3, pp:13-15.
- PERALTA P., M. 1976. Uso, clasificación y conservación de suelos. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 337 p.
- PLANT PROTECTION RESEARCH INSTITUTE. 1987. Beetle released to curb the spread of blackwood. South Africa. Plant Protection News. N° 8: 3 p.
- PLAYFORD, J; BELL, C; MORAN, G.F. 1991. Genetic variation of *Acacia melanoxylon*. Advances in tropical acacia research. Preceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, 11-15 February. Canberra, Australia; Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Proceedings Series. No. 35, 92-93; 1 ref.
- PODGER, F.D; BIRD, T; BROWN, M.J. 1988. Human activity, fire and change in the forest at Hogsback Plain, Southern Tasmania. Proceedings of the First national conference on Australian forest history, Canberra, 9-11 May, (edited by Frawley, K.J.; Semple, N.M.). Campbell, Australia. 119-140; 42 ref.
- POLLOCK, K.M; GREER, D.H.; BULLOCH, B.T. 1986. Frost tolerance of *Acacia* seedlings. Australian Forest Research. 16(4) : 337-346.
- REBOLLEDO, R.; CARRILLO, R. L. 1988. Ciclo estacional, fenología y plantas hospederas de *Icerva purchasi* Maskell en Valdivia, Chile. Revista Chilena de Entomología. 16 : 25-32.

- RICHARDSON, D.M; MACDONALD, I; FORSYTH, G. 1989 Reductions in plant species richness under stands of alien trees and shrubs in the fynbos biome. South African Forestry Journal. N° 149: 18.
- RODRÍGUEZ, J. 1974. «Pastas de celulosa a partir de madera de *Acacia melanoxylon*, *Acacia mollissima* y *Acacia pycnantha*. Anales INIA Serie Recursos naturales N° 1 pp: 227-252
- SALINAS, E.M. 1995. Análisis económico de plantaciones comerciales de *Acacia melanoxylon* (Aromo australiano) en Chile. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 125 p.
- SANTIBAÑEZ Q., F.; URIBE M., J.M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones sexta, séptima, octava y novena. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 99 p.
- SCHLEGEL, F. 1989. Otra forma de diversificar. Chile Forestal N° 159: 26-28.
- SCHUBERT, T.H; WHITESELL, C.D. 1985. Species trials for biomass plantations in Hawaii: a first appraisal. Research Paper, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service. 1985., No. P5W-176, ii + 13 PP.
- SHEPPARD, J.S. 1987. New Zealand *Acacia*/Albizia survey 1984/85. Publication Soil Conservation Centre, Aokautere, New Zealand. 1987., N° 9, 41 PP.
- SIEBERT, H.; CERDA J. P. 1994. Aspectos Prácticos en la Silvicultura de Aromo australiano. En: Actas del Tercer Taller Silvícola de Fundación Chile. Diversificación y Silvicultura, nuevas experiencias. Concepción. Chile. 6-16 p.
- SONNTAG, A.E. 1970. Some impreasions of forestry developments in Australia and New Zealand. South African Forestry Journal. 74 pp: 1-5.
- STEHLE, T. 1996. Informe de la evaluación del potencial de crecimiento de Aromo australiano en Chile para propósitos comerciales (traducción de Claudia Delard). Proyecto "Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional". INFOR. Santiago, Chile.

- STREETS, R. 1962. Exotics forest trees in the British Commonwealth. England, Oxford. De: Clarendon Press. 750 p.
- THOMAS, K.; NORRIS, R.H.; CHILVERS, G.A. 1992 Litterfall in riparian and adjacent forest zones near a perennial upland stream in the Australian Capital Territory. Australian Journal of Marine and Freshwater Research. 43(2) : 511-516.
- TORREALBA, R. 1987 Estudio de tratamientos pregerminativos en *Acacia melanoxylon* y ensayos de germinación en seis procedencias de Chile central. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile.
- VANNER, AL. 1991. Tolerance of several species of tree seedlings to oxyfluorfen. Proceedings of the Forty Forth New Zealand Weed and Pest Control Conference. 1991., 17-20; 2 ref.
- WEERAWARDANE, N.; VIVEKANANDAN, K. 1991. *Acacia* species and provenance trials in uplands of Sri Lanka. Advances in tropical acacia research. Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, 11-15 February 1991 (edited by Tumbulí, J.W.I. Canberra, Australia) ; Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Proceedings Series. 1991., No. 35, 166169; 2 ref.
- ZHAI, Y.C.; ZHOU, Z.J.; LI, T.D. 1984. A preliminary study on simplification of tissue culture techniques. Forest Science and Technology Linye Keji Tongrun. 1984., No. 11, 57.

ANEXOS

ANEXO I

UBICACIÓN DE AROMO AUSTRALIANO EN EL PAÍS

UBICACIÓN DE RODALES Y PLANTACIONES DE *ACACIA MELANOXYLON*

Se identifican los lugares, o ciudades cercanas, en los que se tiene conocimiento de la presencia de Aromo australiano, los que han sido utilizados como referencia en la definición de algunos requerimientos ecológicos de la especie estudiada.

Ubicación	Latitud	Longitud
VIII Región		
Concepción	36°47'S	73°04'O
Fundo Chivilingo	37°04'S	73°15'O
Arauco	37°14'S	73°20'O
San Juan	37°23'S	72°20'O
Fundo Meñir	37°24'S	72°46'O
Antiquina	38°18'S	73°21'O
IX Región		
Fundo Las Totoras	37°47'S	72°30'O
Fundo Jauja	38°04'S	71°51'O
Quepe	38°50'S	72°36'O
Campamento	38°52'S	72°30'O
Predio Voipir	39°18'S	72°10'O
El Coigüe	39°22'S	72°12'O
X Región		
Quechuco	39°29'S	73°00'O
Las Palmas	39°45'S	73°09'O
Valdivia	39°48'S	73°14'O
Predio Tornagaleones	39°55'S	73°25'O
Ancud	41°53'S	73°48'O

ANEXO II

RESUMEN DE COSTOS

Ítem		Unidad	AR6011	AR6012	AR6013
Roce	Mano de obra	\$ / ha	14.724	22.086	58.896
	Ropa de seguridad	\$ / ha	194	216	475
	Materiales	\$ / ha	239	294	731
	Total	\$ / ha	15.157	22.596	60.102
Reducción desechos		\$ / ha	0	60.000	110.000
Cortafuego		\$ / ha	9.843	10.937	12.030
Cerco	Mano de obra	\$ / ha	15.460o	23.190	30.920
	Ropa de seguridad	\$ / ha	204	227	249
	Insumos	\$ / ha	41.086	45.652	50.217
	Total	\$ / ha	56.751	69.068	81.386
Control de Malezas pre-plantación	Mano de obra	\$ / ha	1.227	1.841	11.820
	Ropa de seguridad	\$ / ha	14	16	0
	Materiales	\$ / ha	1	8	0
	Insumos	\$ / ha	12.744	7.473	38.940
	Total	\$ / ha	13.992	9.337	50.760
Preparación de Suelos	Subsolado	\$ / ha	0	0	34.000
	Tractor agrícola (2 pasadas)	\$ / ha	23.400	26.000	0
Plantación	Mano de obra	\$ / ha	7.139	13.088	22.437
	Ropa de seguridad	\$ / ha	94	128	181
	Materiales	\$ / ha	76	102	145
	Insumos	\$ / ha	48.000	60.800	80.006
	Fletes	\$ / ha	1.800	2.450	3.100
	Total	\$ / ha	57.109	76.568	10.5868

COSTOS DE MANEJO

Ítem		Unidad	AR6011	AR6012	AR6013
Desbroce	Mano de obra	\$ / ha	8.589	19.305	26.994
	Ropa de seguridad	\$ / ha	113	222	218
	Materiales	\$ / ha	126	244	242
	Total	\$ / ha	8.828	19.772	27.454
Primera poda	Mano de obra	\$ / ha	36.810	57.915	73.620
	Marcación	\$ / ha	3.375	3.750	4.125
	Ropa de seguridad	\$ / ha	170	189	208
	Materiales	\$ / ha	113	126	139
	Total	\$ / ha	40.469	61.980	78.092
Primer raleo Comercial	Mano de obra	\$ / ha	21.473	33.784	42.945
	Ropa de seguridad	\$ / ha	126	140	154
	Materiales	\$ / ha	488	543	597
	Total	\$ / ha	22.087	34.466	43.696
Segunda poda	Mano de obra	\$ / ha	49.080	77.220	98.160
	Ropa de seguridad	\$ / ha	216	240	264
	Materiales	\$ / ha	315	350	385
	Total	\$ / ha	49.611	77.810	98.809
Segundo raleo comercial	Mano de obra	\$ / ha	34.356	54.054	68.712
	Ropa de seguridad	\$ / ha	3.375	3.750	4.125
	Materiales	\$ / ha	212	236	260
	Total	\$ / ha	37.943	58.040	73.097
Tercer raleo comercial	Mano de obra	\$ / ha	60.000	66.667	73.333
	Marcación	\$ / ha	2.813	3.125	3.438
	Ropa de seguridad	\$ / ha	201	223	246
	Materiales	\$ / ha	779	865	952
	Total	\$ / ha	63.792	70.880	77.968
Cuarto raleo comercial	Mano de obra	\$ / ha	57.857	64.286	70.714
	Marcación	\$ / ha	2.250	2.500	2.750
	Ropa de seguridad	\$ / ha	192	214	235
	Materiales	\$ / ha	745	828	911
	Total	\$ / ha	61.045	67.828	74.610

COSTOS DE MANEJO (continuación)

Ítem		Unidad	AR6011	AR6012	AR6013
Quinto raleo comercial	Mano de obra	\$ / ha	29.813	33.125	36.438
	Marcación	\$ / ha	1.688	1.875	2.063
	Ropa de seguridad	\$ / ha	101	112	123
	Materiales	\$ / ha	391	434	477
	Total	\$ / ha	31.991	35.546	39.101
Sexto raleo comercial	Mano de obra	\$ / ha	42.000	46.667	51.333
	Marcación	\$ / ha	450	500	550
	Ropa de seguridad	\$ / ha	136	151	166
	Materiales	\$ / ha	526	585	643
	Total	\$ / ha	43.112	47.902	52.693
Séptimo raleo comercial	Mano de obra	\$ / ha	28.500	31.667	34.833
	Marcación	\$ / ha	338	375	413
	Ropa de seguridad	\$ / ha	92	103	92
	Materiales	\$ / ha	358	397	358
	Total	\$ / ha	29.287	32.542	35.696

COSTOS DE COSECHA

Ítem		Unidad	AR6011	AR6012	AR6013
Primera extracción	Mano de obra	\$ / ha	34.500	38.333	42.167
	Marcación	\$ / ha	450	500	550
	Ropa de seguridad	\$ / ha	112	124	137
	Materiales	\$ / ha	433	482	530
	Total	\$ / ha	35.495	39.439	43.383
Segunda extracción	Mano de obra	\$ / ha	45.375	50.417	55.458
	Marcación	\$ / ha	506	563	619
	Ropa de seguridad	\$ / ha	147	163	179
	Materiales	\$ / ha	569	632	695
	Total	\$ / ha	46.597	51.774	56.952
Tercera extracción	Mano de obra	\$ / ha	50.625	56.250	61.875
	Marcación	\$ / ha	506	563	619
	Ropa de seguridad	\$ / ha	164	164	200
	Materiales	\$ / ha	634	634	775
	Total	\$ / ha	51.929	57.610	63.469
Cuarta extracción	Mano de obra	\$ / ha	49.500	55.000	60.500
	Marcación	\$ / ha	450	500	550
	Ropa de seguridad	\$ / ha	160	178	195
	Materiales	\$ / ha	619	688	757
	Total	\$ / ha	50.729	56.366	62.002
Madereo		\$ / ha			
Primera extracción		\$ / ha	228.252	253.644	300.380
Segunda extracción		\$ / ha	300.201	333.597	395.065
Tercera extracción		\$ / ha	334.935	372.195	440.775
Cuarta extracción		\$ / ha	327.492	363.924	430.980
Camino		\$ / ha	331.155	367.950	404.745
Campamento		\$ / ha	29.700	33.000	39.600

COSTOS DE MANTENCIÓN

Ítem		Unidad	AR6011	AR6012	AR6013
Costos de Mantenición	Cortafuego	\$ / ha	6.606	7.340	8.073
	Camino	\$ / ha	0	0	0

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

Ítem		Unidad	AR6011	AR6012	AR6013
Impuestos		%	0	0	0
Supervisión		\$ / ha	9.816	14.724	19.632
Seguro Incendios, heladas y daño por viento	Primera mitad de la rotación	\$ / ha	2.921	3.246	3.571
	Segunda mitad de la rotación	\$ / ha	2.921	3.246	3.571

COSTOS DE PROTECCIÓN FORESTAL

Ítem		Unidad	AR6011	AR6012	AR6013
Control y combate de incendios		%	2.570	2.856	3.142
Guardería		\$ / ha	2.206	2.448	2.693
Control plagas y Enfermedades	Control de conejos	\$ / ha	0	4.838	5.322

COSTOS DE COSECHA EXTRACCIONES POSTERIORES

Ítem		Unidad	AR6011	AR6012	AR6013
Extracciones posteriores	Mano de obra	\$ / ha	37.500	41.667	45.833
	Marcación	\$ / ha	450	500	550
	Ropa de seguridad	\$ / ha	121	135	152
	Materiales	\$ / ha	471	523	573
	Total	\$ / ha	38.542	42.824	47.109
Madereo		\$ / ha	248.100	275.700	326.500
Camino		\$ / ha	0	0	0
Campamento		\$ / ha	6.750	7.500	8.250

ANEXO III

INGRESOS POR PRODUCTOS

INGRESOS POR PRODUCTO PARA UNA PLANTACIÓN DE *Acacia melanoxylon*

Productos	Primer Raleo			Segundo Raleo		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
Ar6011						
Troza debobinable	0	0	0	0	0	0
Troza aserrable	0	0	0	0	0	0
Troza pulpable	35	12	81.456	80	56	372.372
Desecho	65	23	0	20	14	0
Total	100	35	81.456	100	70	372.372
Ar6012						
Troza debobinable	0	0	0	0	0	0
Troza aserrable	0	0	0	0	0	0
Troza pulpable	35	12	74.051	80	56	338.520
Desecho	65	23	0	20	14	0
Total	100	35	74.051	100	70	338.520
Ar6013						
Troza debobinable	0	0	0	0	0	0
Troza aserrable	0	0	0	0	0	0
Troza pulpable	35	12	66.646	80	56	304.668
Desecho	65	23	0	20	14	0
Total	100	35	66.646	100	70	304.668

Productos	Tercer Raleo			Cuarto Raleo		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
Ar6011						
Troza debobinable	0	0	0	0	0	0
Troza aserrable	20	16	246.963	35	32	486.209
Troza pulpable	70	56	372.372	60	54	359.073
Desecho	10	8	0	5	5	0
Total	100	80	619.335	100	90	845.282
Ar6012						
Troza debobinable	0	0	0	0	0	0
Troza aserrable	20	16	224.512	35	32	442.008
Troza pulpable	70	56	338.520	60	54	326.430
Desecho	10	8	0	5	5	0
Total	100	80	563.032	100	90	768.438
Ar6013						
Troza debobinable	0	0	0	0	0	0
Troza aserrable	20	16	202.061	35	32	397.807
Troza pulpable	70	56	304.668	60	54	293.787
Desecho	10	8	0	5	5	0
Total	100	80	506.729	100	90	691.594

Productos	Quinto Raleo			Sexto Raleo		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
Ar6011						
Troza debobinable	0	0	0	5	4	240.240
Troza aserrable	40	21	327.226	45	38	583.541
Troza pulpable	55	29	193.833	45	38	251.351
Desecho	5	3	0	5	4	0
Total	100	53	521.059	100	84	1.075.042
Ar6012						
Troza debobinable	0	0	0	5	4	218.400
Troza aserrable	40	21	297.478	45	38	530.410
Troza pulpable	55	29	176.212	45	38	228.501
Desecho	5	3	0	5	4	0
Total	100	53	473.690	100	84	977.311
Ar6013						
Troza debobinable	0	0	0	5	4	196.560
Troza aserrable	40	21	267.731	45	38	477.369
Troza pulpable	55	29	158.591	45	38	205.651
Desecho	5	3	0	5	4	0
Total	100	53	426.321	100	84	879.580

Productos	Séptimo Raleo			Primera Extracción		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
Ar6011						
Troza debobinable	15	9	489.060	20	18	1.029.600
Troza aserrable	50	29	439.903	50	45	694.584
Troza pulpable	30	17	113.706	25	23	149.614
Desecho	5	3	30	5	5	0
Total	100	57	1.042.670	100	92	1.873.798
Ar6012						
Troza debobinable	15	9	444.600	20	18	936.000
Troza aserrable	50	29	399.912	50	45	631.440
Troza pulpable	30	17	103.370	25	23	136.013
Desecho	5	3	0	5	5	0
Total	100	57	947.882	100	92	1.703.453
Ar6013						
Troza debobinable	15	9	400.140	20	18	842.400
Troza aserrable	50	29	359.921	50	45	568.296
Troza pulpable	30	17	93.033	25	23	122.411
Desecho	5	3	0	5	5	0
Total	100	57	853.093	100	92	1.533.107

Productos	Segunda Extracción			Tercera Extracción			Cuarta Extracción		
	Porcentaje (%)	Volumen m³/ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m³/ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m³/ha	Ingresos \$/ha
Ar6011									
Troza debobinable	25	30	1.730.300	30	41	2.316.600	35	46	2.642.640
Troza aserrable	50	61	933.830	50	68	1.041.876	45	59	918.851
Troza pulpable	20	24	160.918	15	20	134.652	15	20	131.660
Desecho	5	6	0	5	7	0	5	7	0
Total	100	121	2.825.048	100	135	3.493.128	100	132	3.691.151
Ar6012									
Troza debobinable	25	30	1.573.000	30	41	2.106.000	35	46	2.402.400
Troza aserrable	50	61	848.936	50	68	947.160	45	59	833.501
Troza pulpable	20	24	146.289	15	20	122.411	15	20	119.691
Desecho	5	6	0	5	7	0	5	7	0
Total	100	121	2.568.225	100	135	3.175.571	100	132	3.355.592
Ar6013									
Troza debobinable	25	30	1.415.700	30	41	1.895.400	35	46	2.162.160
Troza aserrable	50	61	764.042	50	68	852.444	45	59	750.151
Troza pulpable	20	24	131.660	15	20	110.170	15	20	107.722
Desecho	5	6	0	5	7	0	5	7	0
Total	100	121	2.311.403	100	135	2.858.014	100	132	3.020.033

Productos	Extracciones Posteriores		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
Ar6011			
Troza debobinable	35	35	2.002.000
Troza aserrable	45	45	694.584
Troza pulpable	15	15	99.743
Desecho	5	5	0
Total	100	100	2.796.327
Ar6012			
Troza debobinable	35	35	1.820.000
Troza aserrable	45	45	631.440
Troza pulpable	15	15	90.675
Desecho	5	5	0
Total	100	100	2.542.115
Ar6013			
Troza debobinable	35	35	1.638.000
Troza aserrable	45	45	568.296
Troza pulpable	15	15	81.608
Desecho	5	5	0
Total	100	100	2.287.904

ANEXO IV

CUADRO RESUMEN AROMO

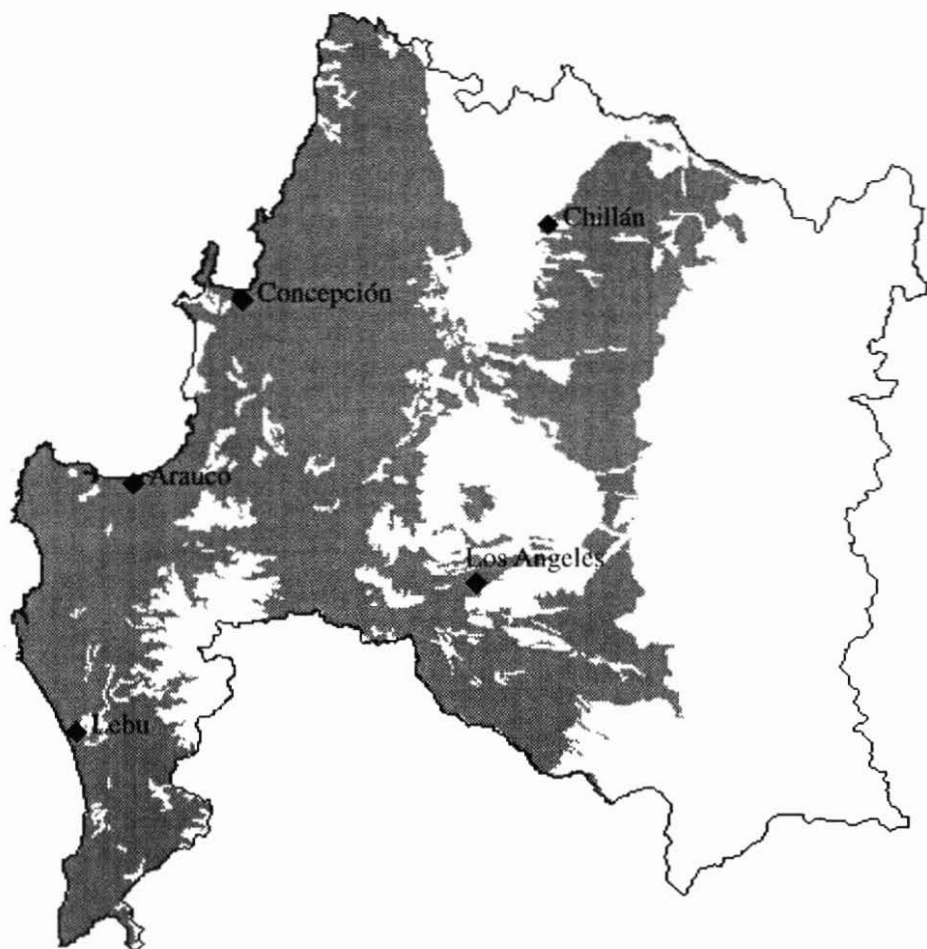
Ítem	Comentario	Citas Bibliográficas
Distribución	Se distribuye principalmente en Australia, India y Sudáfrica En Chile se encuentra entre las regiones Metropolitana y X Región.	De Zwaan (1982) Siebert com. pers. (1994)
Descripción del Árbol	Árbol monoico, perenne de hasta 35 m de altura y tronco recto de hasta 1-1,5 m de diámetro	Gleason (1986)
Requerimientos ecológicos	<u>Suelos:</u> Prefiere suelos profundos sin restricciones en el drenaje. Posee un sistema radicular que se adapta a varias condiciones de profundidad del suelo. <u>Clima:</u> Presenta una gran variedad de climas, extendiéndose desde un clima cálido húmedo hasta templado frío. Las precipitaciones medias alcanzan los 750 mm a 1.000 mm, con temperaturas medias de verano e invierno de 20 °C y 11 °C. <u>Altitud:</u> En Chile se establece hasta los 500 msnm. En Australia existen procedencias que se ubican hasta los 1.400 msnm.	Siebert y Cerda (1994) Kannegiesser (1989) Hall y Wolf (1981) Siebert y Cerda (1994) SCIRO (1993)
Aspectos fitosanitarios	En condiciones de vivero y plantación no se han observado ataques de insectos u hongos. Sí se ha detectado ataque de Quintral en trozas a orilla de camino.	Siebert y Cerda (1994)
Silvicultura y manejo	<u>Propagación:</u> El tratamiento pregerminativo más común consiste en el remojo en agua hirviendo por 12-24 horas. El aroma es fácilmente propagable vegetativamente si se conoce el protocolo de micropropagación <u>Establecimiento:</u> Se proponen cuatro alternativas de plantación: • Establecimiento de Aromo en huecos ya formados. • Establecimiento de huecos entre matorrales. • Plantaciones mixtas con especies pioneras de rápido crecimiento juvenil. • No se recomienda establecer Aromo sobre superficies descubiertas, como bosques puros en laderas expuestas al sol.	Torrealba (1987) Gleason (1986) De Zwaan (1982) Siebert com pers. (1994) De Zwaan (1982)

Ítem	Comentario	Citas Bibliográficas
	Fertilización: No se recomienda fertilizar, ya que esta influye en el proceso de duraminización. Manejo: Se recomienda un manejo de cubiertas boscosas permanentes, con cortas sucesivas. Crecimiento: En países como Australia y Sudáfrica se habla de incrementos volumétricos que fluctúan entre los 10 y 16 m³/ha/año. Estudios realizados en Chile sobre crecimiento señalan incrementos diametrales entre 1-2 cm anuales en la zona de Colcura. En la Isla Grande de Chiloé se han observado áreas basales de 78m²/ha en rodales de 20 años y con alturas promedios de 25 m. En Chile se estiman incrementos medios anuales de 25-30 m³/ha/año en volumen a los 40 años Rotación: En Chile la rotación se ha estimado para la zona sur en promedio de 45-50 años, para lograr diámetros de 70 cm.	Stehle <i>com. pers.</i> (1996) Gómez (1988) CONAF (1991) Grosse <i>et al.</i> (1991) Siebert <i>com. pers.</i> (1994)
Raleos	Los árboles responden muy bien a la competencia por luz en el estado juvenil, lo que se promueve con plantaciones densas para luego comenzar a los 5 años con raleos suaves y frecuentes, liberando paulatinamente los mejores ejemplares Los raleos se realizan por lo alto, buscando manejar y formar copas vigorosas, para llegar al final de la rotación con 200 a 20 arb/ha	Siebert <i>com. pers.</i> (1994)
Podas	Las podas de formación son necesarias ya que se observa la tendencia en algunos individuos a formar doble flecha. Podas laterales son necesarias cuando las densidades son bajas debiendo realizarse hasta la altura a la que se pretenda obtener trozas de calidad.	Siebert <i>com. pers.</i> (1996)
Usos	Su madera de alta calidad se emplea principalmente como elemento decorativo para revestimiento de interiores, de muebles, ebanistería, tornería, fabricación de mesas de billar, pisos, instrumentos musicales, madera aserrada y elaborada, culatas de armas de fuego, estructuras de embarcaciones, remos, mangos, etc.	Siebert, <i>com. pers.</i> , 1996

ANEXO V

ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE AROMO
VIII REGIÓN**



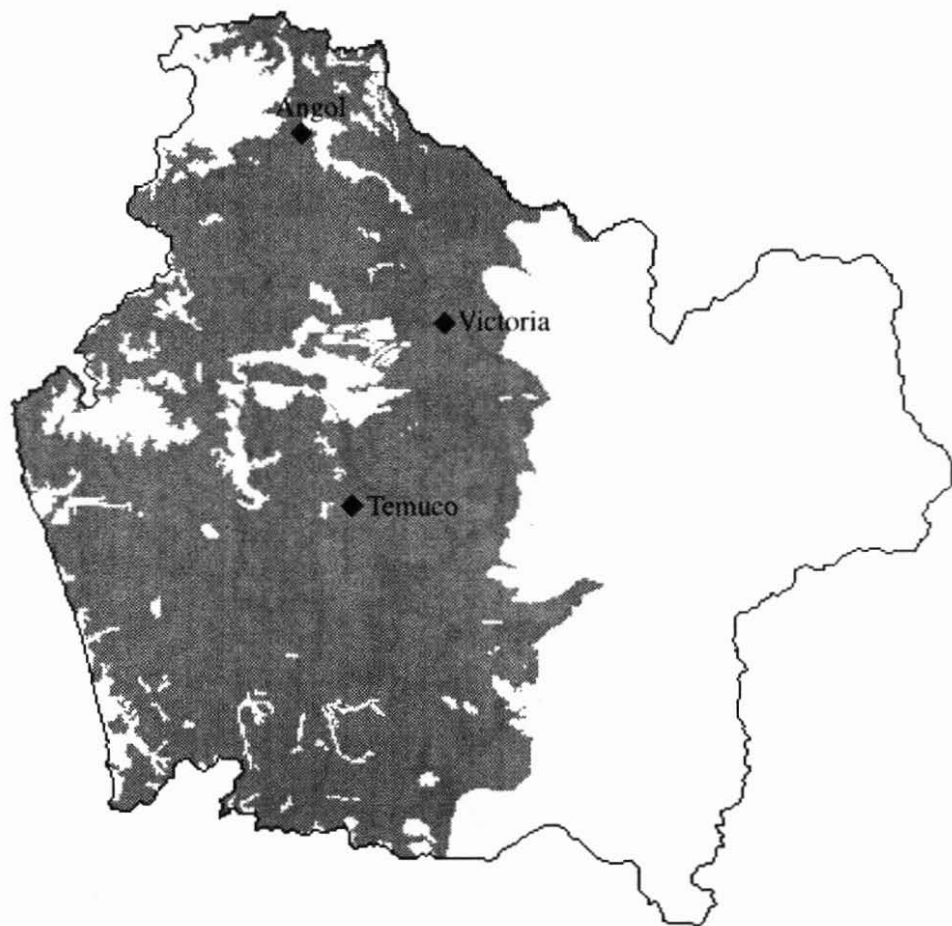
Zona apta



Zona no apta



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE AROMO IX REGIÓN



Zona apta

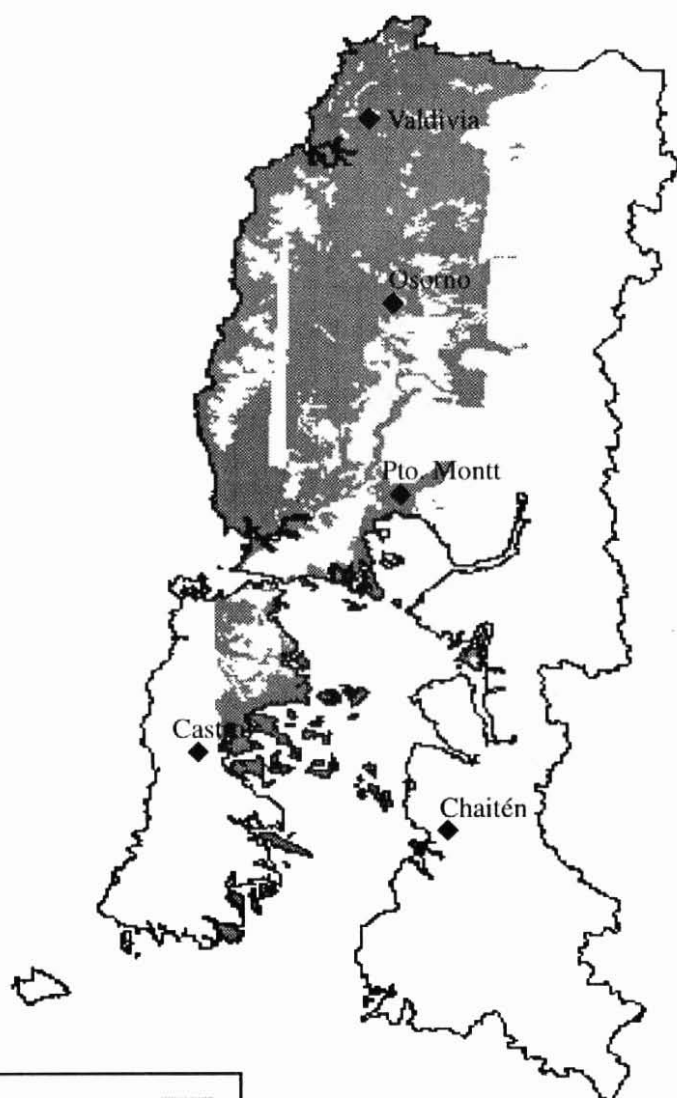


Zona no apta



INFOR

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE AROMO X REGIÓN



Zona apta



Zona no apta



AROMO australiano

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

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

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

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

