



0006260



INFOR
Instituto Forestal

Informe Técnico 147

Descripción y Antecedentes Básicos sobre
Acacia dealbata, *Acacia melanoxylon* y *Acacia mearnsii*

Revisión bibliográfica

Concepción (CHILE), enero 2.000

Informe Técnico 147

Descripción y Antecedentes Básicos sobre
Acacia dealbata, Acacia melanoxylon y Acacia mearnsii

Revisión bibliográfica

Juan Carlos Pinilla Suárez

Concepción (CHILE), enero 2.000

Registro de propiedad intelectual N° : 112.890
I.S.B.N. : 956-7727-25-2

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	5
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO	7
<i>Acacia melanoxylon</i>	8
<i>Acacia mearnsii</i>	11
<i>Acacia dealbata</i>	14
2. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS	17
2.1 Generalidades	17
Tratamientos pregerminativos	17
Siembra	17
Sustrato	18
2.2. <i>Acacia melanoxylon</i> (Aromo australiano)	19
2.2.1. Tratamientos pregerminativos	19
2.2.2. Siembra	20
2.2.3. Producción de plantas	20
2.3. <i>Acacia mearnsii</i> (acacia negra)	21
2.3.1 Tratamientos pregerminativos	21
2.3.2 Siembra	21
2.4. <i>Acacia dealbata</i> (aromo país)	22
3. PROCEDENCIAS DE ACACIA ENSAYADAS EN CHILE	24
4. TÉCNICAS DE ESTABLECIMIENTO, DE MANEJO Y CRECIMIENTOS OBSERVADOS	26
4.1. Introducción	26
4.2. Técnicas de establecimiento	26
Plantación mecánica	26
Plantación tradicional (Pala neozelandesa)	27
Plantación con pala jardinera	27
4.3. Fertilización	27
4.4. Antecedentes generales de establecimiento para aromo australiano	28
4.4.1. Control de malezas	29
4.5. Técnicas de manejo	30
4.6. Plantaciones en rodales mixtos	31
4.7. Crecimientos y rendimientos observados	32
4.7.1. Crecimientos observados a nivel internacional	33
4.7.2. Crecimientos observados a nivel nacional	34
5. UTILIZACIÓN DE ESTAS ESPECIES	37
6. LA INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO FORESTAL CON ACACIAS AUSTRALIANAS	39
7. CONCLUSIONES	46
8. BIBLIOGRAFÍA	47

PRÓLOGO

El proyecto **INCORPORACIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO ACACIAS A LA PRODUCCIÓN FORESTAL CHILENA** adjudicado por el Instituto Forestal en el tercer Concurso organizado por el Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI-CORFO), contempla el estudio de tres especies del género *Acacia*: *Acacia melanoxylon*, *Acacia dealbata* y *Acacia mearnsii*. Estas tres especies que, resultado de estudios anteriores realizados por el Instituto Forestal (INFOR), han mostrado aptitudes para su establecimiento en nuestro país, por su alto grado de adaptabilidad edafoclimática y multiplicidad de productos a obtener a través de un manejo forestal adecuado. Lo anterior le confiere gran importancia a la consolidación y complementación de información en lo que se relaciona con el manejo forestal, el mejoramiento genético de las procedencias más promisorias, el estudio de las características físico mecánicas de la madera y evaluación de los probables productos a obtener, entre otros; de tal forma de lograr hacer de estas especies exóticas una nueva fuente de ingresos para grandes, medianos y pequeños propietarios.

El desconocimiento de los parámetros básicos de crecimiento y productividad por especie y por sitio, adicionado al escaso aprovechamiento industrial e inexistencia de un mercado formal han dado como resultado su no utilización en forma masiva. El conocimiento de sus características biométricas, junto con la utilización de adecuadas descendencias derivadas del mejoramiento genético, tratamientos silviculturales y esquemas de manejo forestal específicos, o en combinación con otras especies (eucalipto), dará antecedentes para colaborar a decidir respecto de su utilización en la industria forestal.

Este documento es una primera compilación de los antecedentes más relevantes de las especies en estudio, fruto de una revisión bibliográfica que recopiló antecedentes desde distintas fuentes de información, nacionales y extranjeras, y de estudios realizados por INFOR.

El objetivo de esta recopilación es entregar información del estado del arte de estas especies, poniendo a disposición de los interesados los principales resultados e información técnica relevante y cierto grado de verosimilitud.



INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector forestal chileno ha experimentado una expansión de las plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento, especialmente *Pinus radiata* y *Eucalyptus sp.* La tendencia a establecer estos monocultivos está presentando problemas de orden fitosanitario, con severos daños a nivel del árbol y rodal. Por otra parte, entre las VIII y X Regiones existen importantes superficies con suelos degradados o sin uso, en los que el cultivo del pino o del eucalipto no ha tenido buenos resultados. Estos antecedentes indican que se hace necesaria la diversificación de las especies forestales, de tal forma de aumentar la productividad de los sitios, aumentar el número de productos comerciales y atenuar los problemas fitosanitarios.

En Chile, las plantaciones con especies del género *Acacia* abarcan una superficie aproximada de 670 hectáreas, en rodales establecidos entre las VII y X Regiones¹. Sin embargo, existe una superficie desconocida que está constituida por rodales de estas especies, principalmente *dealbata* y *melanoxylon*, establecidas en mezcla con otras especies, en cajas de ríos, cortinas cortavientos, o masas forestales derivadas de regeneración natural.

Dado el interés por generar alternativas de diversificación forestal existente en el sector, se ha desarrollado una investigación que es económicamente viable y que puede aportar a la actividad silvícola e industrial en el mediano y largo plazo. Dentro de este marco, el conocimiento de los atributos biométricos y el diseño y elaboración de pautas de manejo para las especies de acacia seleccionadas, puede fomentar el aumento de la superficie plantada con ellas, con el consiguiente aumento del valor de los terrenos y la posibilidad de abastecer en un plazo razonable las demandas de madera aserrada, chapas, celulosa y extraíbles, tanto en el mercado interno como externo.

Algunos resultados de estudios de pulpaje realizados en Australia con especies latifoliadas de rápido crecimiento han demostrado que existen acacias australianas con características pulpables muy promisorias, lo que se traduce en un alto rendimiento de pulpa kraft, bajos requerimientos de productos químicos y buenas propiedades de resistencia del papel. Asociada a su ocurrencia natural, las acacias juegan un rol importante en la conservación de suelos, como fuente de nitrógeno en los ecosistemas forestales y como especies forrajeras. Además presentan características radicales que las hacen apropiadas para el control de dunas costeras, para la recuperación de laderas erosionadas y suelos devastados. Finalmente, la corteza de la mayoría de las acacias presenta un alto contenido de taninos, que puede superar el 45% de la biomasa de la corteza.

¹ INFOR, Subgerencia de Estudios Económicos

A lo anterior se debe agregar los resultados de proyectos de investigación desarrollados por INFOR (1987 - 1997) en relación con la selección de las mejores procedencias de acacias para algunas áreas geográficas del país, y la carencia de otro tipo de información sobre el crecimiento de estas especies. Los conocimientos sobre su manejo, comportamiento y respuesta a tratamientos se encuentra todavía en etapa inicial, no incluyendo estudios biométricos, ni desarrollo de modelos predictivos. La escasez de la información cuantitativa de crecimiento y rendimiento, y sobre respuestas a los tratamientos de establecimiento y silvicultura, mantiene un alto grado de incertidumbre para las decisiones que se adopten en su manejo. Estas últimas interrogantes son las que se pretende abordar un proyecto actualmente en desarrollo por INFOR de tal forma de completar la información existente.

En la medida que se recopilen antecedentes acerca de su genética, usos, propiedades de la madera, manejo forestal y biometría, será posible incorporar estas especies a los procesos productivos forestales, ya sea en rodales puros y/o mixtos, en diferentes tipos de suelos y utilizando las progenies más adecuadas para cada área, fomentando su utilización, maximizando productividades e incrementando ingresos para diferentes propietarios. Por ello, se hace necesaria una exhaustiva revisión bibliográfica como una primera aproximación en este sentido.

Los beneficiarios de esta investigación son el sector forestal, los pequeños y medianos propietarios y otros agentes que tengan interés en producir madera de alto valor comercial, materia prima para la industria papelera o de extraíbles, entre otros, utilizando para ello estas especies catalogadas aún en nuestro país como no tradicionales.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

El género *Acacia* está formado por aproximadamente 1.000 especies arbóreas y arbustivas, de las cuales alrededor de 800 se encuentran en Australia, el resto está en África y América. En general, se acepta que el grupo africano está separado taxonómicamente de los dos otros grupos (Bauerle, 1997)

La familia *Mimosasaceas* está subdividida en diferentes secciones que agrupan especies con características morfológicas distintivas. La sección *Botrycephalae* incluye aproximadamente 36 especies del género *Acacia* originarias de Australia; entre sus características destaca la presencia de follaje bipinnado hasta la madurez. A diferencia de las acacias africanas son siempre verdes y no presentan espinas. Todas las especies de esta sección crecen en áreas más frías y húmedas del sudeste australiano, ocupando generalmente una posición sociológica secundaria en los bosques de *Eucalyptus* (Kannegiesser, 1990). A esta sección pertenecen, entre otras, *Acacia mearnsii* y *Acacia dealbata* (Turnbull, 1986; Boland, 1987; citados por Kannegiesser, 1990).

La especie *Acacia melanoxylon*, por su parte, pertenece a la gran familia *Leguminosae*. Su nombre botánico deriva del griego "melas" y "xylon", que se traduce como madera negra. De la misma forma, haciendo referencia a las características de su madera se han originado los nombres vulgares. Esta especie se conoce como "australian blackwood", "black wattle", "acacia negra", "aromo negro", "schwarze akazia" y "acacia à bois noir", entre otras. En Chile se le denomina principalmente aromo australiano. Debido a sus facilidades para asilvestrarse e invadir terrenos y bosques, en Argentina es conocida como aromo salvaje (Carnevale, 1968).

Acacia melanoxylon es una latifoliada que presenta distintos fenotipos dependiendo del ambiente donde crece. Varía desde un arbusto achaparrado hasta presentarse como una de las acacias más grandes de Australia (INFOR, 1988). Tanto ésta como *Acacia dealbata* pertenecen al orden Rosales y a la Familia *Leguminosae: Mimosoidae*. Ambas se caracterizan por ser fijadoras de nitrógeno e importantes colonizadores de rápido crecimiento (Bauerle, 1997).

En relación a su existencia en Chile, se puede indicar que entre las Octava y Décima Regiones existen aproximadamente 670 hectáreas con estas especies, principalmente *A. melanoxylon* (INFOR, 1997). En lo que respecta al total de la superficie cubierta con plantaciones exóticas, la cubierta por acacias es un porcentaje mínimo.

- *Acacia melanoxylon*

En su fenotipo de árbol, sus mayores dimensiones pueden llegar a alturas de 35 metros y diámetros de 1 y 1,5 metros, que las alcanza en las tierras bajas al Noroeste de Tasmania (Australia). Generalmente, su altura se encuentra entre los 10 y 30 metros y sus diámetros fluctúan alrededor de 50 y 80 centímetros (Streets, 1962; Najera y López, 1969; Carnevale, 1968; Forest Research Institute, 1982, citados por INFOR, 1988) (Figura 1).

El fuste, aunque generalmente es recto, puede presentar contrafuertes y otros defectos en la base. Al crecer en lugares abiertos, raramente está libre de ramas por más de 3,6 - 4,2 metros de su altura (Chudnoff, 1984). La corteza es de color café a gris oscuro, variando su espesor desde 0,5 a 5 centímetros en los árboles más gruesos. Se caracteriza por los grandes surcos o grietas que se extienden longitudinalmente.



Figura 1. Árbol de *Acacia melanoxylon* adulto.

El aramo australiano presenta una copa amplia, de forma globosa - cónica con follaje tupido, coriáceo y persistente. Una característica distintiva de este aramo es el follaje juvenil plumiforme que rápidamente cambia a una hoja coriácea.

El área de distribución natural del aromo australiano presenta una gran variedad de climas (Figura 2). Se extiende desde la zona templada - fría hasta la cálida - húmeda y la zona subtropical, con las precipitaciones medias anuales fluctuando entre 450 y 1.800 mm. distribuida durante el año de acuerdo a la zona geográfica. 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 mínima del mes más frío varía entre 1 y 10 °C, observándose de 5 a 70 heladas al año (Hall et al, 1970).

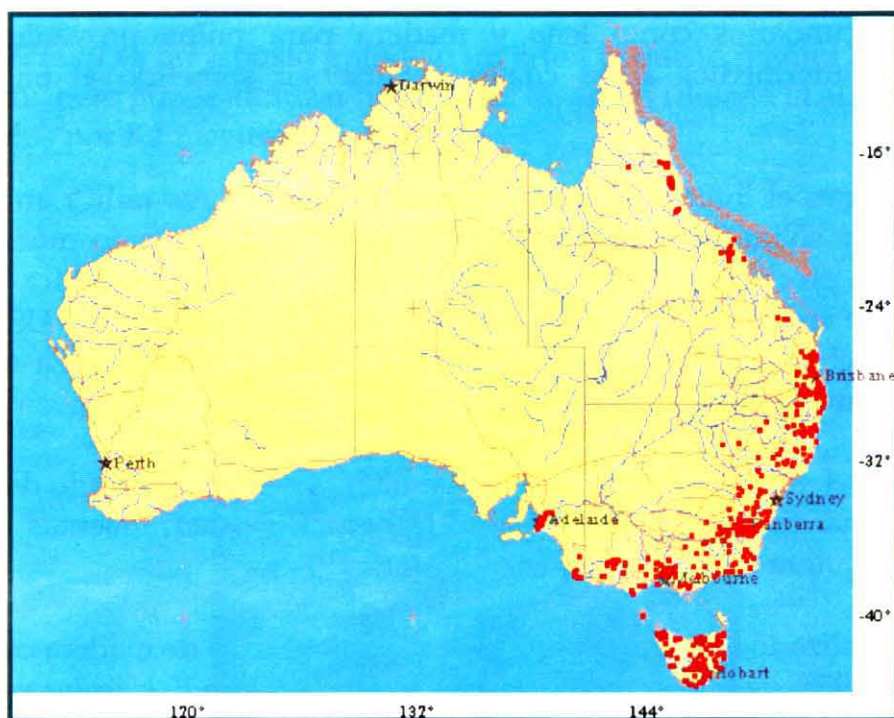


Figura 2 . Distribución natural de *A. melanoxylon* en Australia
Fuente: ERIN, 1996

Esta acacia crece principalmente en suelos de mediana a alta fertilidad, profundos, con buen drenaje y pH neutro a ácido, raramente en podzoles arenosos. En los sitios más húmedos ocupa suelos krasnozem, pardos ácidos y aluviales. También, se encuentra en arcillas limosas, podzoles rojos o amarillos y gleysoles. Sin embargo, el mejor crecimiento se obtiene en suelos forestales podzólicos de buena calidad y suelos aluviales. Esta especie ocupa posiciones topográficas que varían desde terrenos bajos pantanosos, valles, laderas en pendientes, hasta mesetas y cimas (INFOR, 1988).

En relación a sus asociaciones vegetales, el aromo australiano probablemente alcanza su mejor desarrollo en el noroeste de Tasmania, donde crece asociado con *Nothofagus cunninghamii* en bosques cerrados o como especie secundaria de rodales abiertos de *Eucalyptus regnans* y *Eucalyptus viminalis*. Asociaciones similares existen en el sur de Tasmania y en el centro - sur de Victoria.

En los bosques australianos de eucalipto, el aramo es un pequeño árbol de 10 - 15 metros de altura que ocupa el estrato medio. En los sectores donde las precipitaciones fluctúan entre 800 y 1.000 mm. se asocia con *Eucalyptus viminalis* y *Eucalyptus ovata*.

Actualmente su uso más frecuente es para la industria de la celulosa y para leña. Sin embargo, presenta excelentes características físicas y mecánicas para la producción de madera aserrada. Lo anterior, luego de un manejo adecuado y rotaciones que podrían fluctuar entre los 20 a 30 años. Igualmente se obtendrían productos secundarios como leña y madera para pulpa proveniente de los tratamientos intermedios a los cuales debería ser sometido el bosque (raleo comercial).

En primer lugar, el interés de inversionistas o productores radica en los precios que la madera sólida de acacia pueden alcanzar en el mercado mundial. Es así como se citan precios para la madera de *A. melanoxylon* en Sudáfrica y Australia que van desde los US\$100 a US\$500 por m³ para madera aserrable y US\$1.000 para madera para chapas. La madera aserrada de buena calidad alcanza un valor de US\$1.200 por m³ (INFOR, 1998).

La madera de *A. melanoxylon* es muy demandada, ya que lo marcado de sus anillos le da un aspecto muy especial, que al trabajarla con herramientas manuales y mecánicas adquiere finas y suaves terminaciones.

Un estudio realizado con esta especie mostró que mezclas de madera con 5% de *A. melanoxylon* y 95% de *E. globulus* comparadas con 100% de *E. globulus* no presentan diferencias significativas tanto en el pulpaje, blanqueo y propiedades de la pulpa.

- *Acacia mearnsii*

Esta acacia es originaria del sudeste de Australia. Principalmente se encuentra en las tierras bajas y costeras y en las laderas bajas de las mesetas y cordilleras. Se distribuye desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 900 msnm. Recibió su nombre botánico en honor al colector del espécimen tipo, el cirujano americano E. A. Mearns (1856 - 1916). El nombre común, "black wattle", "aromo negro" o "acacia negra", se refiere al follaje y a la corteza, ambos de color oscuro.

Acacia mearnsii es un arbusto grande o un árbol pequeño (Figura 3), comúnmente de 6 a 10 m., pero puede alcanzar hasta 20 m. de altura (Boland et al., 1984; Turnbull, 1986, citados por Kannegiesser, 1990).



Figura 3. Árbol adulto de *A. mearnsii*

Los ejemplares que crecen solitarios presentan copas amplias y extendidas, son ramificados desde la base y con el tronco principal torcido. Pero al crecer en plantaciones, el fuste es generalmente recto y delgado hasta tres cuartas partes de la altura total.

La corteza de los árboles viejos es de color café negruzco, dura y fisurada, pero en individuos más jóvenes y en las partes altas de aquellos de más edad es de color café grisáceo, más delgada y suave.

El follaje adulto es de color verde oscuro con brotes nuevos suavemente amarillos. Su madera es finamente texturada y presenta anillos de crecimiento poco visibles. La albura es de color café muy pálido y el duramen, café claro con moteado rojizo. La durabilidad es considerada ligera o moderada. La densidad básica es de aproximadamente 630 kg/m³ y la densidad de la madera seca al aire fluctúa entre 550 y 800 kg/m³ (Bootle, 1984 citado por Kannegiesser, 1990).

En Australia crece en las zonas climáticas húmedas y subhúmedas, cálidas y frías, con precipitaciones medias anuales de 625 a 900 mm que caen entre 105 a 175 días al año (Figura 4). Raramente se presenta en zonas donde las temperaturas exceden los 38°C y no crece con temperaturas sobre 40°C, reportándose áreas en donde ha soporado hasta 40 días al año con heladas.

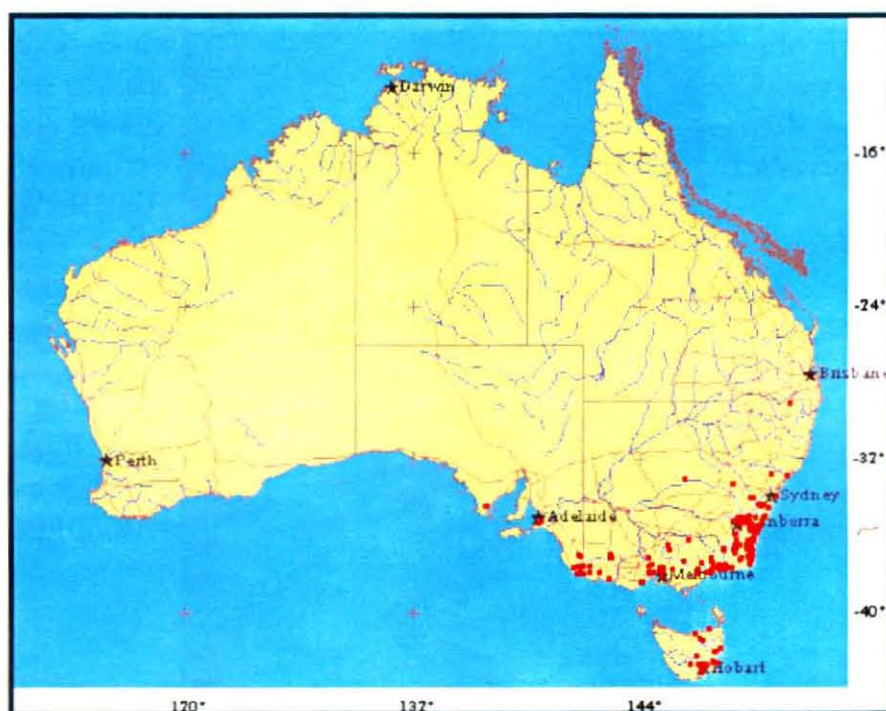


Figura 4. Distribución natural de *A. mearnsii* en Australia

Fuente: ERIN, 1996

En cuanto a los suelos, se señala que esta acacia se ha encontrado en basaltos, granitos y areniscas, siendo común en suelos derivados de esquistos y pizarras metamórficas, aluviales y podzoles forestales profundos de moderada a baja fertilidad. En su lugar de origen, los mejores crecimientos se han reportado en suelos húmedos, relativamente profundos, de texturas livianas, bien drenados y generalmente ácidos, con un pH entre 5 y 6,5.

A. mearnsii constituye el sotobosque de bosques altos y abiertos, dominados principalmente por *Eucalyptus ovata*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. viminalis* y *E. radiata*. En zonas donde coloniza tierras explotadas, suele formar rodales densos.

En un principio, la madera de esta especie se utilizó como material para construcciones livianas y energía pero, posteriormente, se utilizó la corteza como materia prima para la curtiembre.

Hoy es la fuente principal de corteza para la industria de taninos vegetales a nivel mundial, los que son utilizados en la manufactura de cuero duro para zapatos, monturas y otros productos. Las industrias de taninos basados en esta especie se han desarrollado principalmente en Brasil, Kenya, India, Sudáfrica, Tanzania y Zimbabwe. La corteza presenta entre 36 y 41% de taninos, excepcionalmente buenos, dependiendo los rendimientos de factores ambientales.

La literatura reporta otros usos para la corteza y el extracto obtenido, tales como preservantes, adhesivos para molduras de plástico y adhesivos en la industria de la madera prensada para exteriores, tableros de partículas y madera laminada (Coopens et al., 1980, citado por Kannegiesser, 1990). Se destaca que el adhesivo en base al extracto de corteza de esta especie presenta características de resistencia al agua similares a aquellos del tipo resorcinol, pero con un menor costo de producción.

Por otra parte, la madera de *A. mearnsii* proporciona una excelente leña, con un peso específico de 0,70 a 0,85 gr/cm³ y un poder calorífico de 14.630 a 16.720 kJ/kg. Las dificultades de secado y agrietamiento que presenta su madera han disminuido su uso en la industria del mueble.

Por sus características de rápido crecimiento, adaptabilidad a diversas condiciones de sitio y capacidad colonizadora de áreas erosionadas, esta especie ha sido efectiva para el control de áreas degradadas y para mejorar la fertilidad de suelos, siendo un eficiente fijador de nitrógeno. La literatura menciona que en Indonesia se han obtenido 21 a 28 t/año de hojas verdes, conteniendo 240 a 285 kg de nitrógeno, y que cultivos agrícolas asociados a esta especie rinden el doble gracias a su acción fijadora de nitrógeno (National Academy of Sciences, 1980, Kannegiesser, 1990).

En Chile, *Acacia mearnsii* está recomendada para las regiones V a X. Su principal producto son los taninos extraíbles de su corteza y su buena calidad para postes. Como observación se puede indicar que presenta una moderada resistencia a las heladas, contribuyendo a la recuperación de sistemas degradados mediante el desarrollo de técnicas de control de erosión y restauración de la cubierta vegetal. Sin embargo, en zonas de baja precipitación ha presentado problemas de crecimiento (Benedetti et al., 1998; INFOR, 1999).

- *Acacia dealbata*

Acacia dealbata (aromo país) crece en forma natural principalmente entre los 350 y 1.000 msnm, en las mesetas y en pie de montes de la cordillera Australiana, al norte de New South Wales hasta el oeste de Victoria; y entre los 5 a 500 msnm en Tasmania. El rango latitudinal que ocupa varía entre 29° - 43° Sur. Actualmente, su cultivo se ha extendido por casi todo el mundo (Hoffmann, 1983; Boland et al., 1984, citados por Bauerle, 1997).

En Australia crece dentro de una formación denominada bosque abierto y abierto alto. Se asocia con diferentes especies de *Eucalyptus*, en los que se encuentran: *E. fastigata*, *E. regnans*, *E. delegatensis* y *E. viminalis*. En sitios más pobres a mayor altitud se encuentra con *E. radiata*, *E. dives* y *E. nortonii* (Grosse et al., 1990) (Figura 5).



Figura 5. Árboles de *Acacia dealbata* de 3 años (Antiquina, VIII Región).

Según señalan Grosse et al. (1990) *Acacia dealbata* se presenta principalmente en las zonas climáticas frías a cálidas subhúmedas, bordeando la zona húmeda (Figura 6). La temperatura media máxima del mes más cálido fluctúa entre los 20° a 28°C, con una media mínima del mes más frío cercano a los 0°C. Se presentan 20 heladas fuertes al año y nevadas suaves a moderadas. Las precipitaciones medias anuales son de 600 a 1.000 mm con variabilidad moderada. Los registros menores son de 300 a 500 mm.

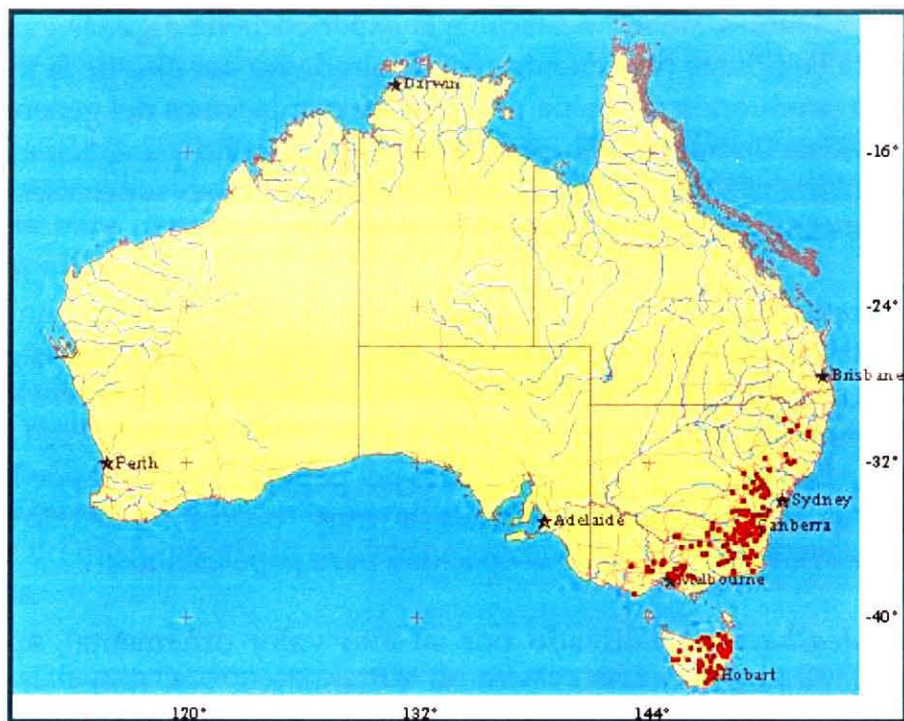


Figura 6. Distribución natural de *A. dealbata* en Australia

Fuente: ERIN, 1996

Esta acacia ocupa una topografía que va desde altas mesetas hasta profundos valles montañosos, especialmente a lo largo de esteros y ríos. Los materiales parentales son variados, siendo comunes los granitos en las mesetas. Además, crece en areniscas y con menor frecuencia, en suelos volcánicos. Los podzoles forestales moderadamente profundos y fértiles son apropiados para su buen crecimiento, pero la especie también tolera las arcillas y arcillas gravosas si tienen un drenaje apropiado (Hoffmann, 1983 y Boland et al., 1984 citados por Bauerle, 1997).

Esta acacia es conocida también con los nombres de mimosa plateada y acacia francesa. Es un arbusto grande o un árbol de dimensiones medianas con alturas que fluctúan entre los 6 - 15 metros. En Tasmania y Victoria alcanza sus mejores desarrollos llegando a 25 - 28 metros de altura con un fuste recto, coronado con una copa bien desarrollada, cónica o redondeada (Boland et al., 1984).

Su corteza es de color café negruzco, dura y moderadamente fisurada en la base de los fustes viejos, pero en las partes más altas de éstos y en fustes de árboles jóvenes es más delgada, más suave y clara. El duramen varía de un color castaño claro a rosado. Su densidad seca bordea los 630 kg/m³. Presenta una veta atractiva, con un madera flexible y fácil de trabajar. El follaje es de aspecto liviano y plumoso y el color varía de verde claro a glauco - plateado.

En Chile, a nivel industrial las acacias son conocidas por sus propiedades madereras y pulpables, siendo destacable la experiencia de algunas empresas como el Grupo Santa Fe (Planta Nacimiento) donde alrededor del 20% de la materia prima utilizada en la producción de pulpa proviene de plantaciones del género *Acacia*. Sin embargo, no existe un mercado formal que permita satisfacer una demanda continua de grandes volúmenes y extraíbles, debido a que no existen superficies importantes plantadas con ella.

Se ha demostrado que gran cantidad de acacias ensayadas presentan un rendimiento pulpable dentro del rango de la pulpa comercial y la calidad del licor negro es buena. Sin embargo en el blanqueo, sólo la pulpa de *A. dealbata* ha alcanzado los niveles de blancura requeridos para algunos papeles de alta calidad. No obstante las dificultades de blanqueo en las propiedades del papel provenientes de las pulpas de acacias han sido generalmente buenas a muy buenas, teniendo una buena correspondencia entre la tensión y la opacidad para papeles finos

También *A. dealbata* es cultivado por su alto valor ornamental, su follaje gris plateado y su floración invernal profusa y llamativa. Las flores se emplean en florería, por su gran duración al corte. En Tasmania es cultivada para la exportación de sus flores invernales. Existe una considerable industria al sur de Francia para la producción de ramas.

También es popular en el comercio europeo de flores y se han realizado estudios para prolongar la duración de ramas cortadas. Además, esta especie es una fuente importante de polen durante el invierno, lo que favorece la industria melífera. En Francia una industria hace uso de las flores en la producción de perfumes. Los fabricantes franceses han reconocido su valor como suavizante y como fijador efectivo en perfumes de alta calidad. Por último, la Natural Resources Conservation League de Victoria cataloga a esta especie como un árbol de condiciones forrajeras ideales.

2. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS

2.1 Generalidades

Las especies estudiadas del género *Acacia*, en general rinden entre 60.000 y 88.000 semillas viables por kilogramo. Las semillas poseen una cubierta impermeable al agua, lo que les permite el almacenamiento por períodos prolongados con poca pérdida de viabilidad, aún en condiciones adversas (Figura 7).

Tratamientos pregerminativos

De acuerdo con las características de la especie, las semillas poseen una cubierta dura e impermeable. El objetivo general de los tratamientos pregerminativos es dañar la testa para permitir la entrada de agua. Dos tipos de tratamientos se han usado principalmente:

- a) *Húmedo*: remojo en agua caliente, ácidos, solventes orgánicos o alcoholes.
- b) *Seco*: uso de temperatura seca, energía microondas o radiante, escarificación manual o mecánica, e impacto.

La literatura menciona que con la estratificación de la semilla se obtienen plántulas que durante un mismo período de tiempo crecen más en altura que las semillas no estratificadas.

En un ensayo de producción de plantas de acacias realizado por INFOR (Grosse et al., 1992), se utilizó el siguiente tratamiento pregerminativo: escarificación manual y un corte para eliminar una pequeña parte, aproximadamente de 1 mm², en el borde redondeado de cada semilla. Posteriormente, cubrir con agua hirviendo, en la que se mantienen por 24 horas. De esta forma, las semillas se hinchan rápidamente, iniciándose el proceso de germinación. Luego, colocar en bandejas de poliestireno cubriéndolas con papel absorbente y mantener en laboratorio a una temperatura de 27 °C (25°C - 29°C) durante 5 días.

Siembra

Los contenedores para semillas pueden ser de distintos materiales como contenedores plásticos de diversos tamaños con sus respectivos orificios para el drenaje, bandejas o tubetes. La limpieza es esencial para alcanzar buenos resultados, ésta se debe hacer para todos los materiales y equipo utilizado en el crecimiento de las plantas. Todos los contenedores a utilizar deben ser tratados con agua caliente, más algún desinfectante o cloro.

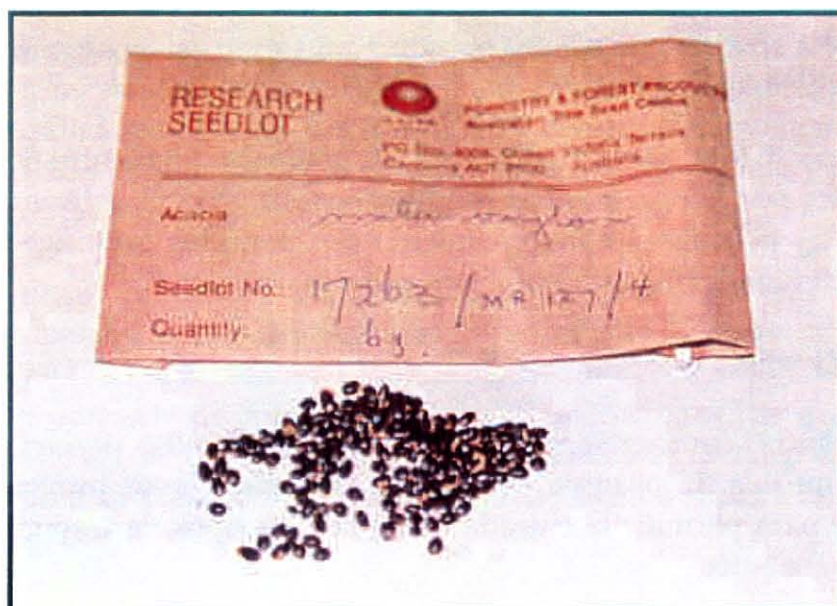


Figura 7. Semillas de *Acacia melanoxylon*

En ensayos de INFOR se obtuvieron buenos resultados al realizar una siembra directa a tubetes del tipo contenedor de plástico de cuatro esquinas y 101,7 cm³ de volumen. Durante su permanencia en el vivero recibieron los cuidados generales, tales como riego, sombreadero, aplicación de fertilizantes y productos químicos para prevenir y controlar el ataque de agentes patógenos. Entre los 9 y 11 meses se extrajeron del vivero.

Sustrato

Hay muchos tipos de sustrato o mezclas a utilizar. Para la mayoría de los viveristas ha dado excelentes resultados la siguiente:

- 3 partes de arena
- 1 parte de corteza
- 3 partes de perlita
- 1 parte de turba

Es deseable esterilizar el sustrato antes de utilizarlo, de manera de evitar la presencia de patógenos que puedan causar daños irreversibles a las plantas jóvenes.

2.2. *Acacia melanoxylon* (Aromo australiano)

2.2.1. Tratamientos pregerminativos

Las semillas poseen una cubierta impermeable al agua que permite el almacenamiento por períodos prolongados con poca pérdida de viabilidad, aún en condiciones adversas. El fuego también presenta un efecto positivo sobre la germinación. Después de incendios, que forman parte del ecosistema australiano, aparece una regeneración coetánea de *Acacia melanoxylon*.

Las semillas de *A. melanoxylon* presentan latencia de cubiertas, debido a la impermeabilidad de la testa. El objetivo general de los tratamientos pregerminativos es dañar la testa para permitir la entrada de agua. Como se mencionó anteriormente, se han usado principalmente dos tipos de tratamientos:

1. Húmedo: remojo en agua caliente, ácidos, solventes orgánicos o alcoholes.
2. Seco: uso de temperatura seca, energía microondas o radiante, escarificación manual o mecánica, e impacto.

En aromo australiano, los más eficientes son el remojo en agua caliente o hirviendo y la escarificación. A pesar de su eficiencia, la escarificación ácida o remojo en ácido sulfúrico (H_2SO_4 , 95%) requiere condiciones adicionales de seguridad. El ácido corroe la testa dejándola blanda y pegajosa. El tiempo de remojo varía entre 20 y 60 minutos.

La germinación de semillas frescas de *Acacia melanoxylon* es alta, fluctuando entre 99 y 100% (De Zwaan, 1978). Puede ser tratada por tres minutos, sumergiéndola en agua a 100°C. Si la semilla es de baja calidad este método es poco adecuado. La capacidad germinativa aumenta considerablemente si la temperatura del agua se mantiene a 90 °C.

Grosse et al. (1992), mencionan algunas conclusiones en relación con los tratamientos pregerminativos, las que se refieren principalmente a:

- * El remojo con agua caliente a 100 °C es perjudicial para semillas de mala calidad.
- * Para semillas de buena calidad, el remojo en agua a 90°C da mejores resultados, comparado con el tratamiento a 100 °C,
- * Las semillas hervidas durante 30 segundos y sumergidas hasta que el agua alcance temperatura ambiente presentan el mayor porcentaje de germinación a los 30 días, además de una mayor velocidad de germinación.

- * La estratificación después del remojo acelera la germinación y disminuye el período crítico entre la germinación y la emergencia de las plántulas.
- * Para facilitar la siembra, las semillas remojadas y estratificadas pueden ser secadas y almacenadas por 1 o 2 días.
- * Con la estratificación de la semilla, se obtienen plántulas que durante un mismo período de tiempo crecen más en altura que las semillas no estratificadas.

Según lo estipulado por Australian Tree Seed Centre (dependiente del CSIRO, Australia) el procedimiento a aplicar a esta especie, de acuerdo a protocolos, es una escarificación manual y luego hervir durante un minuto.

2.2.2 Siembra

Se debe realizar una siembra directa a tubetes, tipo de contenedor de plástico de cuatro esquinas y 101,7 cm³ de volumen. Durante su permanencia en el vivero deben recibir los cuidados generales, tales como riego, sombreadero, aplicación de fertilizantes y productos químicos para prevenir y controlar el ataque de agentes patógenos. Entre los 9 y 11 meses se extraen del vivero.

2.2.3. Producción de plantas

En Nueva Zelanda se producen plántulas de aramo australiano del tipo 1-0 . El objetivo es obtener plantas de raíz desnuda de 60 cm de altura, DAC mínimo de 7 mm y una raíz fibrosa con bacterias fijadoras de nitrógeno.

La semilla remojada se siembra en líneas separadas en 12,5 cm. Sobre la línea se distancian a 7 cm. La profundidad de siembra es de 3 a 6 mm.

Si se siembra en suelo esterilizado o nuevo, se debe aplicar una solución de nódulos radiculares suspendidos en agua. Estos se deben obtener de raíces de árboles ya establecidos. El desarrollo de las plántulas jóvenes sin la inoculación con bacterias del género *Rhizobium* es muy lento.

2.3. *Acacia mearnsii* (acacia negra)

2.3.1 Tratamientos pregerminativos

Existen aproximadamente 60.000 semillas viables de *Acacia mearnsii* por kilogramo. Para asegurar una rápida y completa germinación la latencia de cubierta debe ser eliminada antes de la siembra. La escarificación mecánica puede ser muy efectiva, pero la semilla comúnmente es tratada por inmersión en agua muy caliente (90°C) por 30- 60 segundos (Poeggenpoel, 1978). Luego se drenan y se lavan con agua fría para eliminar impurezas y el mucílago. Una vez limpias, las semillas se esparcen sobre sacos y se dejan secando a la sombra. La semilla tratada de esta forma puede almacenarse por 2 a 3 años sin que pierda su viabilidad. Germinan dentro de 10 a 12 días después de sembradas.

La literatura también menciona que para acelerar la germinación se utiliza un remojo en agua a 100°C, hirviendo las semillas durante 2 minutos y luego dejándolas en el agua por 2 horas. Posteriormente, se colocan en bandejas cubriéndolas con papel gofrado humedecido y se mantiene a una temperatura entre 25°C y 29°C, hasta que un alto porcentaje hubo germinado.

Según lo estipulado por Australian Tree Seed Centre (CSIRO), el procedimiento a aplicarse a esta especie, de acuerdo a protocolos es hervir durante un minuto.

2.3.2 Siembra

En Brasil la siembra se realiza en almácigos. En hoyos distanciados a 4 cm y a una profundidad de 2 cm se colocan 2 a 3 semillas y se cubren con arena. Los almácigos se dejan a la sombra, regándolos 2 veces al día. Una vez germinadas las plántulas se riegan con una solución de sulfato de amonio o salitre sódico, dos veces al mes, al atardecer hasta que alcancen 10 cm de altura. Esta especie puede producirse como un cultivo de vivero, pero también se establece rápidamente a partir de siembra directa o regeneración natural.

También, se puede realizar una siembra directa a tubetes, tipo de contenedor de plástico de cuatro esquinas y 101,7 cm³ de volumen. Durante su permanencia en el vivero deben recibir los cuidados generales, tales como riego, sombreadero, aplicación de fertilizantes y productos químicos para prevenir y controlar el ataque de agentes patógenos. Entre los 9 y 11 meses se extraen del vivero (Figura 8).

2.4. *Acacia dealbata* (aromo país)

Existen aproximadamente 88.000 semillas viables de *Acacia dealbata* por kilogramo. En almácigo, sembradas en filas distanciadas a 10 cm se obtuvieron 500 plantas/m², y con 300 g de semillas en líneas se cubrieron 4,7 m² (Carnevale, 1955).

Se recomienda comenzar la viverización en octubre, esparciendo la semilla a granel sobre la hilera, sembrando a unos 3 a 6 mm de profundidad, aplicar al cabo de una semana un herbicida postemergente y realizar un desmalezado manual.

De acuerdo a experiencias previas de INFOR, las semillas deben ser hervidas durante un minuto y dejarlas en remojo por 12 a 24 horas. Luego es necesario secarlas y guardarlas en un lugar fresco y seco.

Cuando la siembra es en platabandas, es necesario realizar un raleo en febrero, dejando las plantas a un espaciamiento de 5 x 5 cm. De igual forma, si las plantas han alcanzado una altura de 1 metro o más, se debe aplicar una poda aérea que alcanza al 50% de la altura de la planta.



Figura 8. Plantas de *Acacia* en vivero

Si se realiza siembra directa a tubetes, el tipo de contenedor debe ser de plástico de cuatro esquinas y 101,7 cm³ de volumen. Durante su permanencia en el vivero

deben recibir los cuidados generales, tales como riego, sombreadero, aplicación de fertilizantes y productos químicos para prevenir y controlar el ataque de agentes patógenos. Entre los 9 y 11 meses se extraen del vivero.

Simmons, (1987) entrega una serie de recomendaciones generales para la producción de plantas de acacia, entre las que destacan:

- **Contenedores para semillas:** Éstos pueden ser de distintos materiales como pots plásticos, contenedores plásticos para helados con sus respectivos orificios para el drenaje, o bandejas.
- **Materiales y equipo:** La limpieza es esencial para alcanzar buenos resultados, ésta se debe hacer para todos los materiales y equipo utilizado en el crecimiento de las plantas. Todos los contenedores a utilizar deben ser tratados con agua caliente, más algún desinfectante o cloro.
- Es deseable esterilizar el sustrato antes de utilizarlo de manera de evitar la presencia de patógenos que puedan causar *Dumping-off* a las plantas jóvenes.
- El *Dumping-off* puede ser causado por distintos agentes, el ataque ocurre repentinamente y, en general, durante la temporada húmeda con temperaturas entre 20 - 30°C.

3. PROCEDENCIAS DE ACACIA ENSAYADAS EN CHILE

En 1990, el Instituto Forestal inició una serie de Ensayos de Introducción de Especies y Procedencias de Acacias Australianas. Posteriormente, durante 1992 se instalaron dos nuevos ensayos: uno en el Predio Antiquina (Cañete, VIII Región) y otro en convenio con Forestal Mininco, en el fundo San Juan, en las cercanías de Nacimiento (VIII Región). El objetivo de estos ensayos fue determinar la adaptación y el crecimiento de especies de *Acacia* según áreas geográficas.

Los ensayos se instalaron en la Estación Experimental Antiquina del Instituto Forestal, en la Cordillera de la Costa a 38°18' S y 73°21'W y a 30 msnm y el Fundo San Juan de la empresa Forestal Mininco, ubicado en una zona de transición entre la costa y el valle central, a 37°23'5,5" S y 72°45'20,5" W y a 160 msnm (Cuadro 1).

Cuadro 1.
Ubicación Geográfica De Las Procedencias De *Acacia* y Sitios de Ensayo

ESPECIE	PROCEDENCIAS					SITIO ENSAYO	
	LOCALIDAD	Nº	LAT.S	LONG.E	ALT	A	SJ
<i>Acacia parramattensis</i>	-	17711	-	-	-	X	X
	NE Marulan (NSW)	14767	34°42'	150°02'	550	X	
	SW Bungendore (NSW)	14723	35°19'	149°25'	730	X	
<i>Acacia decurrens</i>	N Goulburn (NSW)	14768	34°38'	150°09'	660	X	X
	Picton (NSW)	15537	34°08'	150°52'	120	X	
	Picton-Mittagong (NSW)	15847	34°17'	150°35'	380	X	
<i>Acacia silvestris</i>	Deua River (NSW)	15852	35°58'	149°45'	350	X	X
<i>Acacia dealbata</i>	SSE Snug (Tas)	16385	43°06'	147°14'	143	X	X
	NW Swansea (Tas)	16383	41°55'	147°56'	615	X	X
	WNW Bemboka (NSW)	16376	36°37'	149°26'	1.035	X	X
	S Cooma (NSW)	16269	36°28'	149°09'	910	X	X
	S Orford (Tas)	16384	42°41'	147°52'	120	X	X
	Errinundra Plateau (Vic)	16271	37°11'	148°52'	960	X	X
<i>Acacia mearnsii</i>	N Orbost (Vic)	16266	37°37'	148°29'	120	X	X
	Bombala-Dalgety (NSW)	16268	36°40'	149°08'	860	X	X
	Boyer, W Hobart (Tas)	15330	42°46'	147°08'	60	X	
	NE Bungendore (NSW)	16374	35°09'	149°35'	780	X	
	S Cooma (NSW)	14771	36°28'	149°01'	940	X	
<i>Acacia melanoxylon</i>	Atherton (QLD)	14176	17°17'	145°26'	1.022	X	X
	S Bonang (Vic)	16272	37°19'	148°42'	300	X	X
	Highlands (Vic)	17229	37°04'	145°24'	640	X	X
	Mt Mee-Sellings RD (QLD)	17263	27°06'	152°44'	500	X	
	Bli Bli (QLD)	16358	26°37'	153°02'	95	X	

Nota : A = Antiquina; SJ = San Juan

Hasta el momento, las principales conclusiones del ensayo instalado en Antiquina se refieren a (Pinilla y Kannegiesser, 1998):

- *Acacia dealbata* resultó ser la más promisorio de las especies. Las procedencias Australia 16385 y 16384 presentan el mejor desarrollo de todas las especies ensayadas.
- De las especies y procedencias ensayadas en Antiquina, se presentaron diferencias estadísticas muy significativas en sus dimensiones, sólo entre *Acacia dealbata* y *Acacia melanoxylon*.
- Se detectaron diferencias significativas para la altura, el diámetro y la sobrevivencia entre las procedencias ensayadas de *A. melanoxylon*.
- *Acacia mearnsii* se presenta como una especie promisorio de investigar, siendo las familias de la procedencia S. of Cooma (NSW), (14771), una alternativa a ser considerada.
- De entre las especies consideradas como interesantes para los procesos industriales, *A. dealbata* y *A. mearnsii*, destacan las procedencias S. Orford (Tasmania) (16384), y Bombala-Dalgety (NSW) (16268), respectivamente.

Producto de estas investigaciones, se conocen además, las procedencias de acacia con que mejores que mejores resultados se ha obtenido. Éstas se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2.
Mejores procedencias para Chile de algunas especies de Acacia.

ESPECIE	PROCEDENCIA (Australia)	LUGAR DE ORIGEN		
		LAT.S	LONG.E	ALTITUD
<i>A. dealbata</i>	16385 – TAS	43°06'	147°14'	143
	16384 – TAS	42°41'	147°52'	120
<i>A. mearnsii</i>	16268 – NSW	36°40'	149°08'	860
	14771 – NSW	36°28'	149°01'	940
<i>A. melanoxylon</i>	Raza Local	Colcura (VIII Región)		

Fuente: INFOR, 1997

4. TÉCNICAS DE ESTABLECIMIENTO, DE MANEJO Y CRECIMIENTOS OBSERVADOS

4.1. Introducción

Las técnicas de establecimiento y de manejo para las diferentes especies introducidas en Chile son más o menos similares, habiendo evolucionado enormemente durante estos últimos años de acuerdo a las nuevas tecnologías y ensayos de prueba realizados en el extranjero y en nuestro país. Las condiciones edafoclimáticas y la competencia por agua, luz y nutrientes a las cuales están sometidas las plantas, marcan una de las diferencias que no siempre pueden asimilarse a experiencias observadas en otros países. Lo anterior valida fuertemente todos los ensayos realizados en Chile hasta la fecha.

En Chile, la investigación desarrollada por INFOR ha intentado mejorar (basados en antecedentes obtenidos de otras investigaciones), innovar (diversificación) y crear metodologías para obtener una excelente sobrevivencia de las plantas una vez establecidas en terreno, para luego proporcionar a las empresas información importante sobre los resultados obtenidos de tal forma que su uso pudiese masificarse. Así se está intentando entregar a Chile una nueva especie a establecer y con ello, nuevos productos a obtener.

4.2. Técnicas de establecimiento

Las técnicas de establecimiento más utilizadas corresponden a:

- **Plantación mecánica**

Ésta se recomienda para plantaciones operacionales en zonas con topografía plana a semi plana (Ej: potrero agrícola). Los tratamientos previos pueden ser muy variables, desde subsolado, rastreado, mezclas y otros, o simplemente ninguno cuando dadas las características del suelo se determina que se requiere la menor remoción posible para evitar la fijación de nutrientes por microorganismos, arcillas y/o hidróxidos de fierro y aluminio, como es el caso en suelos derivados de cenizas volcánicas (suelos de trumao).

- **Plantación tradicional (Pala neozelandesa)**

Esta es la técnica tradicional que se utiliza para *Pino radiata* pero que también se emplea con otras especies en sectores con pendientes mayores. Su implementación debe ser muy controlada en caso de establecimiento de ensayos. Generalmente, se preparan hoyos de aproximadamente 40 cm por 40 cm y de unos 30 cm de

profundidad en los cuales se coloca la planta. La remoción del suelo también depende de las características físico químicas del suelo.

- **Plantación con pala jardinera**

Esta técnica es muy recomendable dada la facilidad de su manipulación y la posibilidad de poder transportar fácilmente la caja con las plantas al mismo momento. El tiempo entre que se prepara el hoyo de plantación y se establece correctamente la planta es muy importante para evitar la pérdida de humedad del suelo y sobremanipulación de la planta, como es el caso con la pala neozelandesa, con la que generalmente las labores las realizan diferentes personas. En relación al tamaño del hoyo de plantación, éste es similar al anterior pudiendo variar dadas las prescripciones de los diferentes ensayos y sus características de suelo. Cabe destacar que este tipo de pala no puede utilizarse en suelos con compactación excesiva. De hecho, suelos con una densidad aparente superior a los 1,8 gr/cm³ deben ser subsolados, o en caso de mucha pendiente deben ser bien preparados con la pala neozelandesa de tal forma de dejar el suelo óptimo para el establecimiento de las plantas y su futuro desarrollo y sobrevivencia. No hay que olvidar que los primeros meses son fundamentales en la respuesta de una plantación.

4.3. Fertilización

La aplicación de fertilizantes depende de las características químicas del suelo, siendo generalmente necesario un análisis de fertilidad de suelo para prescribir las dosis de compuestos a utilizar en esta labor. Antecedentes de ensayos realizados por INFOR (1997) entregan algunos ejemplos de aplicaciones realizadas:

- Durante la plantación fertilizar con 31 g de superfosfato triple (6,2 g P) y 21 g de salitre potásico (3,1 g N).
- Inmediatamente después de la plantación fertilizar con 35 g de superfosfato triple y 80 g de salitre potásico en 5 hoyos alrededor de la planta a una distancia de 12 a 15 cm del cuello y a una profundidad de 10 cm. La fertilización puede ser acompañada con 1 litro de agua.

4.4. Antecedentes generales de establecimiento para aramo australiano

Los mayores antecedentes que se tienen sobre silvicultura en Acacia es para *Acacia melanoxylon R. Br.*, la cual no es tan diferente a la aplicable para las otras especies, aún cuando el mercado o producto objetivo podría marcar fuertemente dichas diferencias.

Al contrario de lo que afirman algunos autores, que catalogan el aroma australiano entre las especies pioneras, esta acacia presenta serias dificultades al ser establecida sobre superficies descubiertas, lo cual la diferencia de *A. dealbata* y *A. mearnsii*, las que si tienen la capacidad de colonizar áreas descubiertas y degradadas. Para obtener resultados satisfactorios en el trabajo con *A. melanoxylon*, y vencer estas dificultades, se recomienda algunas medidas, las cuales son también aplicables a las otras dos especies (Siebert, 1994):

- *Producción de plántulas adecuadas.* Se plantea la producción de plantas en contenedores. Es una técnica más moderna y que ha mostrado resultados satisfactorios en la obtención de plántulas de excelente calidad.
- *Elección adecuada del sitio de plantación.* Los sitios más apropiados y productivos para el aroma australiano en el sur de Chile, se encuentran en algunos sectores del golfo de Arauco, y entre Temuco y Chiloé en la depresión intermedia y cordones del valle central (bajo los 500 msnm). Las características más importantes de estas áreas son alta pluviometría, con buena distribución que promedia los 2.000 mm anuales; un clima templado con temperaturas medias de 12,5 °C; ausencia de nieve, suelos trumao profundos, con estructuras granulares y texturas franco-limosas o transición. Generalmente, las laderas sombreadas proveen de mejores sitios para un óptimo desarrollo de esta acacia. En Chile los mejores incrementos se han medido en la zona de Freire, donde los suelos son profundos, levemente ácidos, medianamente densos y de texturas sueltas y bien drenadas. En Sudáfrica se afirma que los mejores sitios corresponden a suelos bien drenados, cubiertos por una capa de humus y un régimen alto de lluvias (De Zwaan, citado por Siebert, 1994). Además, se recomienda evitar sitios expuestos a fuertes temporales y sectores de heladas, ya que con 7-8°C bajo cero se produce una alta mortalidad de plántulas. Se debe mencionar el caso de los pantanos de Swampland (Tasmania), donde los aromos crecen a tasas bajas, pero atractivas, en suelos cubiertos de agua casi todo el año.
- *Preparación del sitio de plantación.* Las acacias reaccionan muy favorablemente a un buen cultivo (ripper 40-50 cm) y a la eliminación de pasto mediante azadón o herbicida. En suelos muy degradados, deficitarios especialmente de microelementos como Cu, Zn, B, etc., presenta problemas apicales en los primeros años. De Zwaan (1981, citado por Siebert, 1994) afirma que acelerar el crecimiento juvenil de *A. melanoxylon* mediante fertilización con macroelementos (NPK), disminuye el valor de la madera que se obtiene al final.
- *Control de la fauna dañina.* Es recomendable previo a la plantación, controlar la fauna, en particular la liebre. Ésta daña y corta las plántulas recién establecidas. Es necesario usar plantas con una buena lignificación y diámetro de cuello, lo cual disminuye considerablemente el daño.

Dado todo lo anterior, es recomendable traer desde Australia las procedencias más apropiadas para diferentes sitios. Además, a partir de experiencias, mejorar las técnicas empleadas.

4.4.1. Control de malezas

En relación con técnicas de control de malezas para dichas especies existe poca información disponible en la literatura. Lo anterior dadas las diferentes situaciones en las cuales pueden establecerse dichas plantaciones.

El control de malezas es una actividad fundamental para el buen resultado de una plantación. Sin embargo, no existe una receta para ello. Su aplicación dependerá de cada empresa en particular, las características de la cubierta de malezas presentes en cada sitio y las técnicas ya probadas. Este control puede ser mecánico, manual y/o químico, mostrando éste último ser más eficaz, pero se debe considerar las posibilidades de contaminación hacia el suelo y napas freáticas.

En estudios realizados por INFOR, se pueden destacar controles mecánicos con arados, subsolado y luego aplicaciones de herbicidas, principalmente glifosato (herbicida sistémico de amplio espectro), más un surfactante para una mayor adhesión del producto a las hojas de las malezas y así mayor resistencia a la lluvia; y un herbicida del tipo preemergente (simazina) para las semillas que se encontraban latentes y que comenzaría a germinar una vez eliminada la capa de malezas dominantes con el glifosato. Otros sitios han sido tratados sólo con un tratamiento manual despejando la casilla de plantación, mientras que otros suelos han recibido herbicidas más específicos como graminicidas, o más fuertes para combatir malezas como ulex (*Ulex europea*), retamillo y mosqueta (*Rosa moschata*).

Dos ejemplos de aplicaciones tipo para suelos con diferente situación de malezas se presentan a continuación:

- Aplicación de glifosato (Round up) en dosis de 2,5 a 4 litros por hectárea en 200 litros de agua, más 0,5 litros por hectárea de unifilm en 200 litros de agua. El agua a utilizar debe tener pH menor a 5,5, en caso contrario es necesario agregar un buffer, ya sea ácido fosfórico o en vez de unifilm normal utilizar unifilm B con lo cual se baja el pH a valores en los cuales el glifosato puede actuar en todo su potencial.

El glifosato, como producto comercial "Round up" trae un buffer adicionado que es capaz de bajar el pH del agua de 5,5 a 3,6, es por ello que es necesario un control exhaustivo del pH dado que la eficacia del producto depende de ello.

Si la cantidad de maleza no es mucha y existe un porcentaje importante de suelo descubierto se puede aplicar el glifosato al mismo tiempo que la simazina, ésta en dosis 2 a 4 litros por hectárea en 200 litros de agua. Para este herbicida es muy importante que la mezcla debe ser permanentemente revuelta. En caso de aplicación con bomba de espalda, el simple movimiento del obrero haría esta función. En caso de realizarse con tractor, el estanque debe contar con un agitador interno. Cabe destacar que no existe ningún tipo de problema de incompatibilidad entre el Round Up y la Simazina al ser mezclados para su aplicación. El glifosato no puede ser aplicado post-plantación dado que actuaría sobre la plantación, a menos que las plantas sean cubiertas.

- Aplicación diferida. Primero se aplica glifosato y luego, una vez que el suelo se descubra, se aplica simazina y deben contemplarse las mismas consideraciones del punto anterior. Una vez aplicada la simazina, la cual no ocasiona ningún problema para aplicarse post-plantación, el suelo no debe ser pisado o sometido a cualquier actividad que pudiese alterar la película que el herbicida forma sobre el suelo y la cual es la que actúa sobre la germinación de nuevas semillas.

Si se fertiliza, esta labor debería realizarse con anterioridad a la aplicación de la simazina. Es normal que pueda ser necesario un segundo tratamiento con simazina, a los dos o tres meses dependiendo del suelo en el cual se está trabajando.

4.5. Técnicas de manejo

Los resultados de los distintos ensayos demuestran que algunas especies y procedencias de acacias son alternativas interesantes para la producción de pulpa y madera aserrada. Lo anterior es importante de considerar al establecer un esquema de manejo determinado. En el caso específico de una plantación cuyo destino es la producción de madera aserrada, es importante la consideración de esquemas de manejo que incorporen raleos y podas.

Los raleos en masas de *Acacia melanoxylon* deben ser frecuentes para evitar la competencia severa entre árboles, pero sin abrir demasiado el rodal. De Zwaan (1981, 1982) concluyó que raleos hasta 445 árboles/ha pareciera ser demasiado suave, siendo la densidad óptima entre los 300 y 400 árboles/ha. Después de 34 años, los mejores resultados, con un volumen en pie de 214,7 m³/ha se obtuvieron con un raleo gradual hasta 395 árboles por hectárea.

En plantaciones puras de aroma australiano se requieren podas intensivas si se quiere obtener madera libre de nudos y mantener la buena forma de los fustes. No se recomienda extraer todas las ramas hasta una altura mínima de 6 m sin podar

más del 50% de la altura total del árbol de una sola vez (FRI, 1982; citado por INFOR, 1988).

De acuerdo a los ensayos de espaciamiento y raleo de *A. melanoxylon* realizados por INFOR (1997), densidades de 1.111 arb/ha han resultado ser recomendables para obtener crecimientos y formas de fustes adecuados. En el mismo estudio las parcelas con una menor densidad (3 x 3 m) presentaron anomalías de forma en los fustes, lo cual corrobora que se requieran densidades mayores de plantación para obtener fustes rectos y cilíndricos, sobre todo si el producto objetivo es madera aserrada de alta calidad y rodales de alto rendimiento por hectárea.

4.6. Plantaciones en rodales mixtos

En relación a la asociación de especies en rodales mixtos, siempre deben ser analizadas las relaciones interespecíficas, tales como alelopatía, compatibilidad y complementación (Wrann, 1983).

Si la meta es trabajar a futuro con bosques mixtos, el aramo australiano se presta favorablemente a ser establecido en mezclas. Crece bien con *Eucalyptus*, pino oregón, pino radiata y otras. También puede ser mezclado con *Nothofagus*. Sin embargo, para decidir el espaciamiento y modalidad de mezcla, deben existir antecedentes sobre la dinámica de crecimiento juvenil de las especies participantes en dicho sitio (Siebert, 1994).

Los últimos estudios del CSIRO (Khanna, 1999) indican que las plantaciones mixtas de Eucalipto con Acacia entregan mejor calidad en madera, así como también beneficios medio ambientales. Resultados similares se encontraron en los años 1996 y 1997 en los estudios realizados por la Universidad Austral de Chile (Yáñez, 1996; Reinike, 1996 y Toledo, 1997). Estas plantaciones mixtas (1:1) pueden fijar alrededor de 30 kilogramos de nitrógeno por hectárea, lo cual estaría reemplazando el nitrógeno perdido del sistema al final de la cosecha. En parcelas de ensayos mixtos realizados en Tailandia se observaron, después de 28 meses, crecimientos superiores en un 15% a los apreciados en una plantación pura de eucalipto.

En un rodal mixto de *Eucalyptus globulus* y *Acacia melanoxylon*, de 13 años y 6,1 hectáreas, ubicado en el Fundo Escuadrón, Concepción, se realizó un inventario, el cual fue la base para la selección de los árboles muestra para la determinación de biomasa y patrón de crecimiento en diámetro, altura y volumen del rodal (Toledo, 1997); los resultados señalaron que en cuanto a biomasa el eucalipto concentraba el 72% y el aramo el 28%, y el principal componente correspondió al fuste con 82,66%. La biomasa total del rodal ascendió a 304,65 t/ha.

El eucalipto, desde los primeros años, presenta un mayor crecimiento en diámetro, alcanzando a la edad de 13 años un valor acumulado de 25,4 cm; contra 17,3 cm de aramo.

En la plantación mixta con aramo eucalipto alcanza una tasa promedio de 1,95 cm/año, la cual es superior en 0,59 cm/año y 0,9 cm/año, con respecto a rodales puros de eucalipto en la misma zona de 10 y 15 años, respectivamente. En relación al crecimiento en altura, a la edad de 13 años eucalipto alcanza una altura promedio de 30,2 m, y aramo de 16,4 m, un 45,7% menor. En la plantación mixta, eucalipto alcanza una tasa promedio de 2,32 m/año, la cual es superior entre 1,28 y 0,88 m/año, a rodales puros de eucalipto cuya edad es de 15 años y su altura fluctúa entre los 15,6 y 21,6 m (Prado et al., 1986, citado por Toledo, 1997).

Para el incremento en volumen, se puede señalar que las curvas de crecimiento son muy similares para ambas especies hasta los cuatro años cuando eucalipto sobrepasa a aramo, alcanzando un volumen acumulado de 145 m³/ha a la edad de 13 años, contra sólo 59,5 m³/ha de aramo.

4.7. Crecimientos y rendimientos observados

De acuerdo a estudios (INFOR, 1997; Higa et al, 1998) las especies del género acacia crecen aproximadamente desde 10 a 25 m³/ha/año, variando este valor según diferentes sitios, especie, procedencia de la especie, técnicas de establecimiento y manejo, entre otras.

A continuación se entregan algunos antecedentes sobre las características biométricas de las especies, obtenidas en el extranjero y en Chile.

4.7.1. Crecimientos observados a nivel internacional

A nivel internacional, la información referente a aramo australiano es limitada. Sin embargo, existe alguna información dendrométrica en la literatura, sobre algunos países tales como Australia y Sudáfrica. En general en estos países, se señalan incrementos volumétricos que fluctúan entre 10 y 16 m³/ha/año, siendo éste un valor aceptable para incorporar la especie a nivel de plantaciones comerciales (Salinas, 1995).

Lo que se pretende es llegar a rotaciones de 40 años con rangos de crecimiento en diámetro entre 50 y 60 cm y más del 90% del fuste duraminizado (Esterhuyse, 1985; Gleason, 1986; Gomes, 1988, citados por Salinas, 1995).

En Sri Lanka, *Acacia melanoxylon* presenta interesantes incrementos en diámetro y altura, pudiendo alcanzar a los 15-16 años un DAP de 24 cm y altura de 21 metros, lo cual significa un incremento medio anual en DAP de 1,6-1,5 cm/año y en altura de 1,4-1,32 m/año. Si se aumenta la rotación a 30, se observa un DAP de 37 cm y altura de 32 metros, sin embargo los incrementos medios anuales en DAP y altura bajan a 1,23 cm/año y 1,06 m/año, respectivamente.

Estudios realizados en *Acacia melanoxylon* en Sudáfrica por De Zwaan (1981) entregaron los siguientes resultados en ensayos de raleo: el incremento medio anual en volumen a la edad de 34 años es de 3,78 m³ para un raleo fuerte, 6,31 m³ para el moderado y 5,23 m³ para el raleo suave. Para el raleo medio es necesario destacar que la densidad era de 395 árboles por hectárea, con un DAP promedio de 37,7 cm y un volumen de 214,7 m³/ha.

En los pantanos conocidos como "Swamp lands", ubicados al sur y al este de Smithton (NW de Tasmania), el crecimiento en diámetro del aramo australiano fluctúa entre los 0,5 y 1 cm/año, siendo más frecuente 0,7 cm/año. En la mayoría de los sitios se producen rollizos aserrables con diámetros de 50 cm en rotaciones de 70 años (Forestry Commission of Tasmania, 1981). El crecimiento diametral está fuertemente influenciado por la densidad.

En los pantanos la densidad óptima es de alrededor de 200 árboles por ha. En rodales más densos no se alcanzan los 50 cm de DAP. Debido a lo anterior en todos los rodales con más de 250 árboles/ha se realizan raleos.

En Portugal se han medido incrementos medios en volumen entre 10 y 15 m³ a la edad de 42 años, con un DAP de 50 cm, una altura promedio de 21,3 m y una densidad de 200 árboles por hectárea (Gomes, 1988).

En Brasil, más específicamente en el Estado de Río Grande do Sul, donde existen más de 100.000 hectáreas plantadas con *Acacia mearnsii*, una plantación de ocho años produce aproximadamente 200 m³ de madera y 16 toneladas de corteza por hectárea (Higa et al, 1998).

Las plantaciones de *Acacia mearnsii* son frecuentemente manejadas para producir corteza en rotación de 7 a 12 años. El rendimiento típico de una plantación comercial bien manejada de 10-11 años en Natal es de 21 t/ha de corteza seca y 112 t/ha de madera seca al aire. En la zona menos calurosa de Transvaal, los mismos resultados corresponden a 16,6 y 74,8 t/ha, respectivamente. A esta edad los árboles miden 17,4 m de altura y 14,5 cm de diámetro en Natal, y 14,4 m y 13,4 cm en Transvaal (Stubbing y Shonau, 1982 citados por Kannegiesser, 1990). En sitios apropiados y donde los árboles son fertilizados, es posible obtener un incremento medio anual de 15 - 25 m³/ha de madera a los 7 - 10 años (Turnbull, 1986).

En Indonesia, se ha encontrado que las rotaciones cortas de 7 a 10 años o menores son las más económicas para estas plantaciones. Esto aporta una producción de madera bruta, que fluctúa entre 10 y 25 m³/ha y entre 800 y 4.000 kg de corteza, dependiendo del sitio (National Academy of Sciences, 1980).

En Fukuoka (Japón), las plantaciones no manejadas que se establecieron en suelos derivados de granitos presentaron alturas de 7 m a los 3 años; 13 m a los 6 años y 15 m a los 8 años. Los DAP medios de estos rodales fueron 0,6 cm al año; 5 cm a los 3 años y 13 cm a los 8 años. A los 10 años y con 1.500 árboles por ha al final de la rotación se produjeron 12 t/ha de corteza y 130 m³/ha de madera. Con un manejo apropiado se pueden obtener alrededor de 200 m³/ha de madera a los 10 - 11 años (Kannegiesser, 1990).

En relación a *Acacia dealbata*, se obtuvo menos información siendo una de ellas la recuperada por estudios en Argentina. En este país se observaron crecimientos iniciales de 4,4 m en plantas de 5 años, lo cual la cataloga como una especie de rápido crecimiento (Grosse et al., 1990).

4.7.2. Crecimientos observados a nivel nacional

A continuación se entregan algunos parámetros de rodales de *Acacia melanoxylon* estudiados en la Isla Grande de Chiloé, la zona de Arauco y la zona centro sur entre Cautín y Vadivia (Grosse et al., 1991, citado por Salinas, 1995).

La edad de rodales en Chiloé fluctúa entre los 16 y 20 años, con densidades de alrededor de 1.000 a 1.600 árboles por ha, DAP promedio de 24 cm, altura promedio de 20 a 25 m y volumen que oscila entre los 600 y 800 m³/ha. Los

incrementos medios son: en volumen de 30 a 40 m³/ha, en DAP de 0,77 a 1,22 cm/año y en altura de 0,64 a 0,93 m/año.

Para esta especie, y de acuerdo a los antecedentes anteriores, se deduce que en los primeros años de desarrollo el crecimiento es moderado y se incrementa hasta llegar a un máximo que fluctúa entre los 16 y 22 años.

En Arauco, a una edad de 28 años se presenta un rodal con DAP medio de 22,5 cm y altura de 18,8 m. En tanto que a la edad de aproximadamente 44 años se registran DAP de 38 cm y altura de 28,6 m.

Entre Cautín y Valdivia, de acuerdo a mediciones realizadas por Cerda (1994), citado por Salinas (1995), un rodal de 30 años con una densidad de 1.000 árboles por hectárea presenta un DAP de 30,89 cm, altura de 29,59 m, un volumen total de 1.103 m³/ha e incremento medio en volumen de 36,77 m³/ha/año. Por otro lado, un rodal de 17 años con densidad superior a 4.000 árboles por hectárea no superaría los 360 m³/ha y un incremento medio en volumen de 21,18 m³/ha/año. Los antecedentes son bastante fluctuantes debido a las características de los rodales y sus condiciones edafoclimáticas.

Sin embargo, dentro de esta misma zona (Freire) se han registrado 36 m³/ha/año de incremento anual en volumen a los 10 años de edad, con un DAP y altura de 22 cm y 22 m, respectivamente. Esto corroboraría la alta productividad de algunos sitios del país para el desarrollo del aramo australiano; y que en algunas zonas del sur de Chile existen condiciones ambientales que permiten buenos rendimientos en volumen y diámetro.

Pareciese ser, a nivel general y por los antecedentes obtenidos en la bibliografía, que la productividad del sitio en relación a esta especie en Chile, es mayor que lo que expresa dicha literatura en relación al mismo tema en el concierto internacional. Lo anterior haría de Chile un país muy interesante para establecer aramo australiano con fines comerciales si se considera que tanto los rodales de Chiloé, como los de Arauco presentan restricciones para un buen desarrollo, ya que se encuentran sobre suelos erosionados o con una capa de fierrillo, lo que es una limitante para un crecimiento óptimo. Por la información disponible se puede inferir que el mayor incremento en volumen se produce en los primeros 20 años, siendo el período de los 10 años un poco menor en incremento en volumen que el comprendido entre los 10 a 20 años de edad. Además, es interesante mencionar que a mayor altura de copa, menor es el incremento diametral, por lo cual cualquier manejo de la especie debería estar orientado a efectuar podas moderadas para no retrasar el crecimiento (Salinas, 1995).

En parcelas de introducción de especies ubicadas en la Hacienda Rucamanqui (VIII Región), el desarrollo de *Acacia mearnsii* y *Acacia dealbata* mostró ser sobresaliente, con incrementos de 32 m³/ha/año para la última (INFOR, 1995). Se han realizado ensayos de pulpaje para estas especies y sus características han

resultado ser apropiadas para la producción de pulpa en mezcla con *Eucalyptus sp.*

Un rodal de *Acacia dealbata* completamente puro y ubicado en el predio Peñas Verdes, VIII Región, presentó a los 15 años de edad un volumen promedio hasta un diámetro límite de utilización igual a 10 cm de 382,8 m³/ha y una altura media dominante de 24,6 m. Los incrementos medios anuales en DAP fueron de 2,7 cm y en altura total de 2,7 m. Los máximos incrementos en DAP fueron de 3,2 cm a los 4 años y 2,8 m a los 2 años en altura total (Fuentes, 1993).

En este mismo estudio el autor determinó una función para el crecimiento en volumen total en relación a la edad:

$$VOLUMEN = 1,691084 * (1-EXP(-0,111396 * E))^{3,32895}$$

La función local de volumen ajustada en m³ ssc hasta un diámetro límite de utilización de 10 cm, esta libre de sesgo y posee un error de estimación de 18,9% para un nivel de significancia de 5%. Esta función es válida para diámetros entre 10,2 y 35,1 cm.

$$V = -0,1963572 + 0,0193789 * DAP + 0,0000122 * DAP^3$$

Con respecto a *Acacia mearnsii* no existen estudios realizados en Chile sobre su crecimiento y rendimiento. Algunos están en curso pero los resultados son aún preliminares y apuntan más a la selección de procedencias y técnicas de establecimiento y manejo.

5. UTILIZACIÓN DE ESTAS ESPECIES

A. melanoxylon es una especie valiosa para mueblería. La madera tiene gran resistencia a la tracción y compresión, reúne buenas condiciones para su empleo en carpintería, chapas, pisos, revestimientos y tornería; en general, para piezas sometidas a choques y vibraciones (Torrealba, 1987). La especie posee una excelente calidad para la producción de madera aserrada a los 15 - 20 años de edad.

La madera de *A. mearnsii* se utiliza para la construcción, postes de minas, mangos de herramientas, uniones, pisos y tableros. También se usa para producir pulpa. Uno de los aspectos más importantes es la producción de taninos a partir de la corteza, utilizados principalmente en la industria del cuero, siendo una de las principales fuentes de taninos de buena calidad en el mundo. Se considera que la corteza de esta acacia es una de las mejores, en términos de cantidad rendida por árbol y de calidad respecto del contenido y color de los taninos (Grosse et al, 1990). El poderoso extracto de la corteza se utiliza además en la preparación de adhesivos para la industria de chapas, tableros de partículas y madera laminada.

La madera se utiliza comúnmente como combustible para uso doméstico, para la pequeña industria y para la producción de carbón. Los árboles también se plantan para el control de erosión, mejoramiento del suelo, en cortinas corta fuego, como árboles de sombra en plantaciones de té y como ornamentales. Debido a su rápido crecimiento, a su adaptabilidad a una gran cantidad de sitios y a su habilidad de colonizar tierras que han perdido todo o casi todo el suelo superficial, ha sido efectiva para controlar la erosión y para mejorar la fertilidad (National Academy of Science, 1980).

En el Estado de Río Grande do Sul, Brasil actualmente existen más de 100 mil hectáreas plantadas con esta especie. La mayoría de esas plantaciones se hace en pequeñas propiedades de las que participan más de 10 mil productores. Como alternativa agroforestal, acacia negra presenta diversas ventajas; puede ser combinada con cultivos agrícolas en los primeros años, y con ganado a partir del tercer año. Por ser esta una especie fijadora de nitrógeno, es utilizada en la recuperación de áreas degradadas. Una plantación de 8 años produce aproximadamente 200 m³ de madera y 16 toneladas de corteza por hectárea (Higa et al, 1998).

A. dealbata, como otras acacias, es una especie fijadora de nitrógeno. Se recomienda para contener dunas y reforestar terrenos muy pobres, erosionados y deforestados. A pesar de ser una maleza potencial debido a su habilidad para retoñar, su valor para estabilizar laderas erosionadas en otros países ha sido incomparable con otras especies (Grosse et al, 1990). Es además, cultivada por su alto valor ornamental.



La madera tiene poco valor comercial, a pesar que se considera una de las mejores especies pulpables en la región templada de Australia (Batchelor et al, 1970). En general, la madera se utiliza en carpintería y fabricación de cajones, muebles rústicos y otros. También se utiliza como un tipo inferior de combustible. Últimamente se ha comenzado a utilizar en la industria del debobinado y foliado en Nueva Zelanda².

La corteza de aroma del país contiene alrededor de un 25% de taninos en Australia, pero la calidad de éstos no puede compararse con los de *A. mearnsii*.

Las especies de acacia antes mencionadas son posibles de plantar en combinación con especies del género eucalipto para la producción de fibra corta, tal como se realiza en Australia y Sudáfrica. Además, en Australia, en los bosques naturales de *Eucalyptus*, las especies del género *Acacia* constituyen el dosel inferior y conforman un porcentaje de la producción de pulpa total debido a su compatibilidad y aptitudes celulósicas.

Un resumen de los posibles usos derivados de la utilización de acacias se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Usos posibles de las especies de acacia.

ESPECIE	USOS
A. DEALBATA	• PULPA • LEÑA • RECUPERACIÓN DE SUELO
A. MELANOXYLON	• MADERA ASERRADA • LEÑA • CHAPAS • PARQUET
A. MEARNSII	• TANINOS • RECUPERACIÓN DE SUELOS • PULPA

² Dr. Donald Mead, asesor en silvicultura, comunicación personal.

6. LA INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO FORESTAL CON ACACIAS AUSTRALIANAS

La investigación de INFOR se ha centrado en el estudio de la adaptación y respuesta al manejo de algunas especies de *Acacia*, trabajando principalmente con *A. dealbata* y *A. melanoxylon*, entre las VIII y X Regiones, con la participación de empresas forestales y particulares. Producto de estos estudios INFOR cuenta con:

- Protocolos de viverización para acacias.
- Selección preliminar de las mejores procedencias de acacia para algunas zonas geográficas del país.
- Antecedentes de crecimiento.
- Ensayos establecidos entre las VIII y X Regiones (Cuadro 4).

Cuadro 4
Ensayos Instalados Por INFOR

TIPO DE ENSAYO	AÑO	PREDIO	UBICACIÓN	REGIÓN	PROPIETARIO
Especies y Procedencias del Género <i>Acacia</i>	1992	Antiquina	Antiquina	VIII	INFOR
	1992	San Juan	Santa Juana	VIII	Forestal Mininco
Progenies <i>Acacia melanoxylon</i>	1992	Las Totoras	Collipulli	VIII	For. Monteáguala
	1992	Antiquina	Antiquina	VIII	INFOR
Raleo y Espaciamiento <i>A. melanoxylon</i>	1993	Las Acacias	Mulchén	VIII	Forestal Mininco
Procedencias <i>Acacia mearnsii</i>	1995	Los Ñadis	Valdivia	X	F. Tornagaleones
	1995	Hualqui	Hualqui	VIII	MASISA
Contenedores <i>Acacia melanoxylon</i>	1996	Michaihue	Concepción	VIII	INFOR

Los resultados obtenidos desde estos ensayos se han publicado en informes elaborados por INFOR (1997). Hasta la fecha, la especie más promisoría en crecimiento y desarrollo es *Acacia dealbata*, con su procedencia 16385 de Tasmania (Australia). Los resultados también señalan como una especie interesante a la procedencia 16268 de *Acacia mearnsii*.

Acacia melanoxylon presenta un desarrollo más lento con respecto a las otras especies ensayadas. La mejor procedencia corresponde a la raza local (Colcura, VIII Región), observándose diferencias de desarrollo entre las distintas procedencias ensayadas.

Con respecto a las condiciones de establecimiento se advierte que con una mayor capacidad del contenedor de la planta, se obtienen mayores sobrevivencias y diámetros un período después del establecimiento.

Paralelamente, INFOR ha desarrollado en otros estudios, relaciones funcionales estáticas y dinámicas a nivel local para *Acacia mearnsii*, intentando evaluar esquemas silviculturales y de manejo (INFOR, 1998). Esta misma investigación menciona que no sería posible manejar plantaciones bajo el esquema de monte bajo, debido a la nula retoñación de tocones. Los crecimientos medios anuales en volumen se estimaron cercanos a 5 m³/ha/año, presentando una respuesta inmediata al raleo. Finalmente, se concluye que esta especie, debido a sus características de crecimiento y su diversidad de usos, es una interesante alternativa productiva para sectores de la VI Región (secano interior) hacia el sur (X Región).

INFOR (1998) realizó una serie de estudios a partir de un rodal de *A. mearnsii* ubicado en la Región Metropolitana, predio Santa María de Tantehue, en una superficie de 0,8 ha y una edad de plantación de 6,5 años (Figura 9). Como antecedente, se puede mencionar que el rodal presentaba una tendencia a la bifurcación a temprana edad, desarrollando en promedio 1,7 pies por cada punto de plantación original. Sin embargo, otros dos ensayos de INFOR con esta especie (Los Nadis, X Región y Hualqui, VIII Región), no presentan bifurcaciones a una edad de plantación de 4 años (INFOR, 1999).



Figura 9. Plantación de *A. mearnsii* de 6 años, predio Santa María de Tantehue, Melipilla (R.M.)

De este estudio se originaron una serie de relaciones estáticas y dinámicas, las que si bien son de un carácter local, permiten obtener una primera aproximación a las características de crecimiento de esta especie. Éstas deberán ser validadas en la medida que se cuente con más información y de diversos sitios de origen en Chile.

Entre las relaciones más relevantes obtenidas para *A. mearnsii* se puede mencionar (INFOR, 1998):

- **Relación DAP - Altura**

$$H = EXP (1,281 * DAP^{0,237})$$

En que:

H = Altura total en metros.

DAP = Diámetro a 1,3 metros con corteza, en centímetros

- **Función de Espesor de Corteza**

Esta variable es especialmente importante debido a que uno de los principales usos de esta especie es la extracción de taninos, los que se encuentran concentrados principalmente en la corteza. El modelo quedó definido por la siguiente expresión:

$$EC = 0,167 * H + 0,177 * DMED + 1,831 * DMED / H$$

En que:

EC = Espesor de corteza en mm a la altura del diámetro de medición.

DMED = Diámetro de medición a cualquier altura, con corteza, en centímetros

- **Función de volumen**

En la cubicación del volumen de árbol individual se utilizó el modelo de Spurr (1952) el cual presenta satisfactorios valores de los diferentes indicadores de la bondad de ajuste. El modelo final correspondió a:

$$V = 0,001000457 + 0,000023538 * DAP^2 * H$$

En que:

V = Volumen comercial (m³) sin corteza hasta un diámetro límite de utilización de 5 centímetros

H = Altura total en metros.

- **Función de ahusamiento**

El modelo de ahusamiento (forma del árbol) determinado es:

$$d/DAP = 0,862*\{(H-h)/(H-1,3)\} + 0,096*\{(H-h)/(H-1,3)\}^3$$

En que:

d = Diámetro de la sección del fuste medido a la altura h del árbol, en centímetros sin corteza

h = Altura de medición o de estimación, en metros

- **Modelo de Crecimiento en DAP**

INFOR (1998) menciona que en el ensayo del predio Santa María de Tantehue, en la estimación del crecimiento en DAP, resultaron significativas las variables DAP y Edad, siendo el modelo final el siguiente:

$$IDAP = -0,079777*DAP^2 + 0,000102*EDAP + 0,775457*DAP + 0,283856*DAP/E + 0,49524*LN(1/DAP)$$

En que:

IDAP = Incremento anual en DAP, en centímetros

E = Edad de la plantación en años donde los meses se expresan como décimos de año (Ejemplo 6 meses = 0,5 años)

- **Modelo de Crecimiento Anual en Altura**

En este modelo resultaron significativas las variables altura total, DAP y Edad. La expresión resultante es:

$$IHT = 1,108*(H/E)^{0,257} + 0,373*(DAP/E)$$

En que:

IHT = Incremento anual en altura, en metros

Otro resultado interesante de esta investigación, fue el que *Acacia mearnsii* presentó una notable respuesta en las variables altura y DAP al comparar valores

medios de parcelas raleadas con las testigos. Este resultado es interesante considerando el leve lapso transcurrido hasta la primera evaluación (6 meses). De esta forma los tratamientos sin raleo presentan valores superiores en volumen por hectárea que aquellas parcelas con raleo, diferencia que sin embargo no es significativa al ser evaluada con diferentes niveles de confianza.

Un resultado importante para esta especie, proviene del estudio realizado por el Instituto Forestal (1997) que determinó que las dos procedencias más promisorias presentaban, a los 2 años de edad, alturas que fluctuaban entre 1,1 y 1,3 m y un diámetro de cuello cercano a los 1,4 cm. Estos resultados señalarían que para el tipo de suelo ensayado y el clima del área, la procedencia S. of Cooma (NSW), 14771, es la más recomendable (Figura 10).

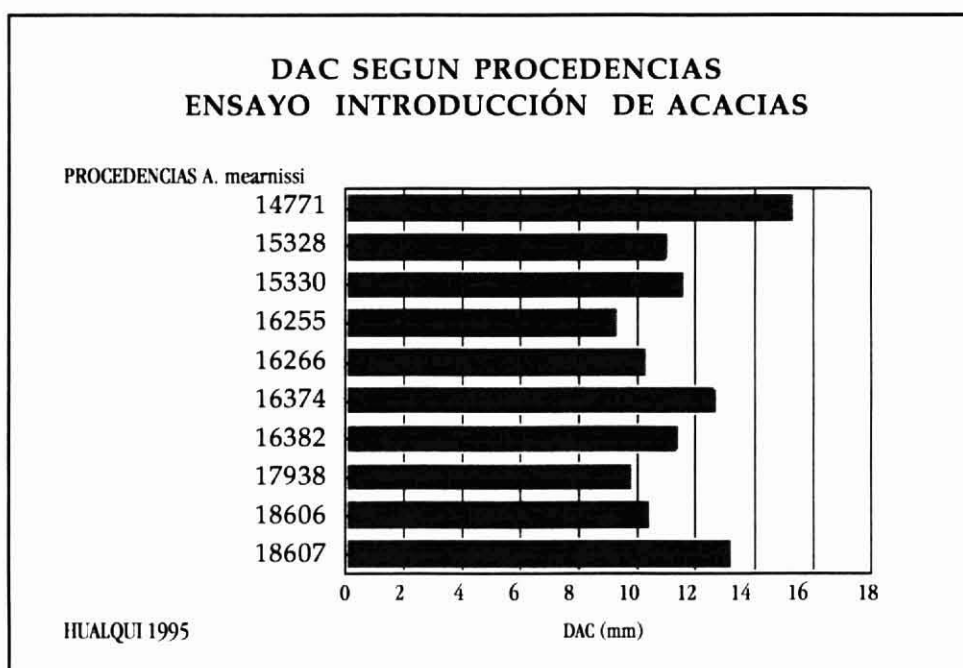


Figura 10. Resultados procedencias *A. mearnsii* ensayadas en Chile (edad 2 años)

En ensayos de INFOR, se han observado fuertes incrementos en altura y diámetro de las especies de acacia consideradas en esta investigación. *Acacia dealbata* ha confirmado ser la especie más promisoría, presentando el mejor desarrollo de todas las especies ensayadas. Entre sus procedencias destaca la 16385, con una altura promedio de 13,95 m y un DAP (diámetro a la altura del pecho) de 13,68 cm a la edad de 5 años (Cuadro 5). Este último resultado si se traspasa a volumen, y asumiendo una densidad de 1.666 arb/ha, a la edad de 5 años se obtendrían un volumen de 116,6 m³/ha, lo que equivale a un incremento medio anual de 23,3 m³/ha/año.

Cuadro 5
DAP y altura promedio de acacias australianas ensayadas en el predio
Antiquina (VIII Región) a la edad de 5 años.

ESPECIE	PROCEDENCIA	JUNIO 1997	
		ALTURA (m)	DAP (cm)
<i>A.dealbata</i>	16385	13,9 a	13,7 a
	16383	12,2 ab	13,9 a
	16376	12,9 ab	12,3 a
	16269	9,20 b	6,7 b
	16384	11,6 ab	12,6 a
	16271	12,7 ab	12,7 a
Significancia		***	***
<i>A.mearnsii</i>	16266	11,9	10,7 a
	16268	13,3	9,7 a
	15330	10,9	9,2 ab
	16374	8,6	7,0 b
	14771	10,9	9,5 ab
Significancia		n.s.	***
<i>A.melanoxylon</i>	14176	4,9 b	3,9 c
	16272	5,8 a	5,0 ab
	17229	8,1 a	7,3 a
	17263	6,6 ab	6,1 b
	Colcura	7,9 a	8,6 a
	16358	4,2	2,8
Significancia		***	***

Fuente: INFOR, 1997

Nota: Letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas. Nivel de significancia : *** = 0,01; * = 0,1.
n.s. : No significativa.



7. CONCLUSIONES

En forma preliminar, las principales conclusiones en relación con la utilización de las acacias australianas objeto de la investigación de INFOR se refieren a:

- Los resultados de los distintos ensayos demuestran que algunas especies y procedencias del género *Acacia* son interesantes alternativas para los forestadores e industrias dedicadas a la producción de pulpa y madera aserrada.
- *Acacia dealbata* es una especie promisorio para ser utilizada en futuros programas de forestación, en donde las procedencias Australia 16385 y 16384 presentan el mejor desarrollo de todas las especies ensayadas.
- *Acacia mearnsii* se presenta como una especie promisorio de investigar, por su adaptabilidad y características de producción de taninos a partir de su corteza.
- De entre las especies consideradas como interesantes para los procesos industriales, destacan *A. dealbata* y *A. mearnsii*, con las procedencias 16384 y 16268, respectivamente.
- De acuerdo con resultados preliminares podría ser aconsejable utilizar razas locales de *A. melanoxylon* en los programas de forestación.
- Es necesario seguir ensayando nuevas progenies de esta especie en otras áreas geográficas con el objetivo de seleccionar árboles adecuados para su utilización en Chile, dado el valor e interés que tiene la madera.
- Se hacen necesarias más investigaciones, y por más tiempo, en relación al efecto del raleo y espaciamiento en *A. melanoxylon*, especialmente al comenzar los procesos de competencia por agua, luz y nutrientes.
- La principal fuente de información nacional en relación con el estudio de las acacias es la que ha generado INFOR.
- La red de ensayos instalada por INFOR, junto con la información generada, se constituye en el punto de partida para futuras investigaciones a desarrollar.
- La información reunida ha analizado un conjunto de resultados que en sí constituyen un aporte y un logro en el trabajo con acacias. Sin embargo, eso es sólo el principio, requiriéndose de nuevas investigaciones, nuevos ensayos e información para generar las alternativas de manejo que permitan la acabada utilización de estas especies.

8. BIBLIOGRAFÍA

Batchelor, B.K.; Crawford, I.A and C.H. Turner, 1970. The assessment of a forest for pulping. *Appita* 24(1): 27-44.

Bauerle, P., 1997. Evaluación de procedencias de *Acacia melanoxylon* R. Br. y *Acacia dealbata* Linck en la etapa de vivero y diseño de un huerto semillero. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal - Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias Forestales - Valdivia. 78 p. (sin considerar anexos).

Benedetti, S.; Valdebenito, G. y Wrann, J., 1998. Investigación silvícola para el desarrollo forestal del secano interior: la contribución del Instituto Forestal a la investigación en zonas áridas y semiáridas. Definiendo caminos para el siglo XXI. INFOR- Universidad de Chile - Universidad de Concepción.

Boland, D. ; Brooker, M.I.H.; Chippendale, G.M; Hall, N.; Hyland, B.P.M.; Johnson, R.D.; Kleinig, D.A. and Turner, J.D., 1984. Forest trees of Australia. De. Thomas Nelson and C.S.I.R.O. Melbourne. 687p.

Carnevale, J.A. 1955. Árboles Forestales: Descripción, cultivo y utilización. Buenos Aires - Argentina. Hachette S.A. 689p.

Carnevale, J.A. 1968. Árboles Forestales: Descripción, cultivo y utilización. 3era edición Buenos Aires - Argentina. Hachette S.A.

Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. USDA For. Serv. Agric. Handb. N°607.

De Zwaan, J.G., 1978. The effects of hot-water treatment and stratification on the germination of blackwood (*Acacia melanoxylon*) seed. *S. Afr. For. I.* 105(1): 40-42.

De Zwaan, J.G., 1981. Correlation between crown shape and height growth young blackwood trees. *S.A. J.* 113: 20-22.

De Zwaan, J.G., 1981. Some data on an ill - fated blackwood (*Acacia melanoxylon*) thinning trial in the southern cape. *S.A. J.* 119: 50-53.

De Zwaan, J.G., 1982. The silviculture of blackwood (*Acacia melanoxylon*). *S.A. For. J.* 119: 38-43.

ERIN. 1996. The database of records of the occurrence of plants and animals in Australia.

Forestry Commission of Tasmania, 1981. Black wood and its management. Government Printer, Tasmania.

Fuentes, S., 1993. Construcción de función local de volumen para *Acacia dealbata* Link y caracterización del rodal ubicado en el Predio Peñas Verdes VIII Región. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal - Universidad de Concepción - Facultad de Ciencias Forestales - Chillán - Chile. 81 p.

Gomes, A., 1988. Estimation of some mensurational parameters in *Acacia melanoxylon*. in Simposio sobre a floresta e ornamento do especie de montante. De. Alvez. 15-23 p.

Grosse, H.; Kannegiesser, U.; Quiroz, I. y Santelices, R., 1990. Silvicultura de algunas Acacias Australianas. INFOR. Concepción - Chile. 78p.

Grosse, H.; Kannegiesser, U. y Santelices, R., 1992. Ensayo de producción de plantas de Pino oregón, *Sequoia sempervirens*, Aromo australiano y otras Acacias y diferentes especies del bosque nativo. Informe N°3 Convenio FORMIN - INFOR. Concepción . 32 p.

Hall, N; Johnson R.D. and Chippendale G.M., 1970. Forest trees of Australia. Aust. Govt. Publ. Serv. Canberra. 334 p.

Higa, A.R., Dedecek, R.A., Dos Santos, A.F., Stein, P.P. y Simon, A.A., 1998. Desarrollo de sistemas de producción para acacia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). Resumen.

INFOR, 1988. Silvicultura del Aromo Australiano (*Acacia melanoxylon* R. Br.). Informe de avance Proyecto INFOR - CORFO, Diciembre de 1988. 40 p.

INFOR, 1995. Investigación silvicultura de *Acacia melanoxylon*. (Informe de avance 1995). INFOR - CORFO. Concepción.

INFOR, 1997. Investigación silvicultura *Acacia melanoxylon* y otras acacias. Informe Final. INFOR - CORFO. Concepción. 146 p. más anexos

INFOR, 1998. Investigación Silvícola Para el Desarrollo Forestal del Secano Interior. Informe Final. INFOR - CORFO. Santiago 150 p.

INFOR, 1998. Incorporación de especies del género *Acacia* a la producción forestal chilena. Formulario de presentación proyecto FDI. INFOR-CORFO. Santiago 150 p.

INFOR, 1999. Incorporación de especies del género *Acacia* a la producción forestal chilena. Informe de avance. INFOR - CORFO. Concepción. 126 p.

Kannegiesser, U., 1990. Apuntes sobre algunas acacias australianas: 1. *Acacia mearnsii* De Wild. Ciencia e Investigación Forestal, Volumen 4 (2), Diciembre 1990. Instituto Forestal - Chile - Filial Corfo. pp.198-212.

National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops. Shrubs and tree species for energy production. Vol. 1. Washington D.C. National Academy Press. 237 p.

Pinilla, J.C. y Kannegiesser, U., 1997. Primeros resultados de un ensayo de especies y procedencias de *Acacias* en la VIII Región. INFOR-CORFO. 17p. (en prensa).

Poeggenpoel, P.V., 1978. Collection and pretreatment of seed of black wattle (*Acacia mearnsii*) seedorchards. Pages 85-90. In: Wattle Research Institute Annual Report 1977-1978. Pietermaritzburg. South Africa: Univ. of Natal.

Reinike, M., 1996. Comparación del efecto de la exposición, en el desarrollo de plantaciones mixtas en la IX Región. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal - Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias Forestales - Valdivia. 78 p.

Salinas, E., 1995. Análisis económico de plantaciones comerciales de *Acacia melanoxylon* R. Br. (Aromo australiano) en Chile. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal - Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias Forestales - Valdivia. 128 p.

Siebert, H., 1994. Aspectos prácticos de la silvicultura del aroma australiano. Tercer taller silvícola - Diversificación y Silvicultura: nuevas experiencias. Concepción, Chile, Octubre 1994. 6-16 p.

Simmons, M. H., 1987. Growing Acacias. Kangaroo Press Pty Ltd. 72 p.

Toledo, I., 1997. Determinación de las características de crecimiento de un rodal mixto de *Eucalyptus globulus* L. y *Acacia melanoxylon* R.Br.. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal - Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias Forestales - Valdivia. 53 p.

Torrealba, M., 1987. Estudios de tratamientos pregerminativos en *Acacia melanoxylon* R.Br. y ensayos de germinación en seis procedencias de Chile central. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal - Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias Forestales - Valdivia. 83 p.

Turnbull, J.W. 1986. Multipurpose Australian trees and shrubs. Lesser known species for fuelwood and agroforestry: ACIAR Monograph Num. 1, 316 p.

Wrann, J., 1983. Experiencias de forestación en la zona árida y semiárida de Chile: secano de las regiones centro-norte y centro. Estudio de caso de Especies vegetales para las zonas áridas y semiáridas de Chile y México. FAO - Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. 3 - 43 p.

Yáñez, M. G., 1996. Análisis de crecimiento en plantación mixta de *Eucalyptus globulus* Labill. con *Acacia melanoxylon* R.Br. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal - Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias Forestales - Valdivia. 85 p.



INFOR
Instituto Forestal

SANTIAGO

Huérfanos 554

Casilla 3085

Fono: (56-2) 693 0700

Fax: (56-2) 693 0880

693 0890 - 638 1286

e-mail: info@infor.cl

<http://www.infor.cl>

CONCEPCION

Camino a Coronel

km 7,5 - Casilla 109C

Fono: (56-41) 37 0027-28-29-30

Fax: (56-41) 37 0031

VALDIVIA

Fundo Teja Norte

Casilla 385

Fono: (56-63) 21 1476

Fax: (56-63) 21 8968

COYHAIQUE

Baquedano 645

Fono: (56-67) 23 3585

Fax: (56-67) 23 3585