



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

**EFFECTO DE DIFERENTES ASOCIACIONES DE ESPECIES VEGETALES
EN EL CRECIMIENTO Y LA CALIDAD FUSTAL DE AROMO
AUSTRALIANO O *BLACKWOOD* (*Acacia melanoxylon* R. Br.), FUNDO
MIRAFLORES, COMUNA DE LANCO - X REGION, CHILE.**

Tesis presentada como parte de
los requisitos para optar al título
de:

INGENIERO FORESTAL

Profesor Patrocinante:

VERONICA LOEWE MUÑOZ

YURY OSMAN GONZALEZ QUIROZ

TEMUCO - CHILE

2004

CALIFICACION COMISION INFORMANTE

		Nota
Profesor Patrocinante	: Verónica Loewe M.	6.8
Profesor Co - Patrocinante	: Marcelo Hernández N.	6.4
Profesor Informante	: Herbert Siebert W.	6.5

V°B° Profesor Patrocinante
Sra. Verónica Loewe M.
Ingeniero Forestal
Master Adm

V°B° Profesor Co- Patrocinante
Sr. Marcelo Hernández N.
Ingeniero Forestal
Mag. Cs. Men, Recursos Forestales

V°B° Profesor Informante
Sr. Herbert Siebert W.
Ingeniero Forestal

V°B° Director de Carrera
Sr. Celso Navarro C.
Ingeniero Forestal

*El legado de los padres a sus hijos
es la educación y los buenos sentimientos.*

AGRADECIMIENTOS

A Díos, quién nunca nos abandona, aunque muchas veces creemos que estamos solos y que todo esta perdido, nos guía y nos otorga grandes oportunidades.

A mis padres Katty Quiróz y Daniel González Villa, quienes me enseñaron lo hermoso que es una familia y el sacrificio de los padres por sus hijos, entregando su apoyo incondicional a lo largo de toda su vida.

A mi mujer Pamela, quién me ha dado su amor y comprensión, y brindado su apoyo en los momentos más difíciles.

A mi hija Camila, quién es la ternura y la alegría de todos los días, la que me recuerda las cosas importantes en la vida.

A mis profesores, los cuales me entregaron toda su ayuda en el desarrollo de ésta memoria; muy en especial a Verónica, por su calidad humana, sus innumerables consejos y enseñanzas, tanto personales como profesionales; además de depositar su confianza en mi trabajo. A Herbert, por su siempre buena disposición a enseñar en todo momento, permitiendo de esta manera visualizar en forma más amplia e integradora el arte de la silvicultura. A ellos dos les doy mis más sinceros agradecimientos, los tendré siempre presente como ejemplos para enfrentar con éxito el ejercicio de la profesión.

Al profesor Marcelo Hernández, quien sin su preocupación y dedicación no hubiese sido posible la realización de ésta tesis.

A don Alberto Montecucoli, por permitirme desarrollar ésta memoria en el fundo Miraflores, su ayuda, preocupación y enseñanzas en diversos temas del área forestal.

Por último, agradezco a mis familiares (entre ellos los Moreno), amigos, compañeros y funcionarios de la universidad (Gabriela S. y Sra. Nancy, Gloria, Juan Luís Nass y don Luís, entre muchos otros) que de una u otra forma, han contribuido en este logro.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1	Plantaciones Mixtas	4
2.1.1	Ventajas del uso de las plantaciones mixtas	4
2.1.2	Desventajas de la utilización de plantaciones mixtas	8
2.1.3	Tipos de plantaciones mixtas	9
2.2	Antecedentes generales de la especie	12
2.2.1	Descripción de la especie	13
2.2.2	Requerimientos ecológicos	14
2.2.3	Ecología de la especie	18
2.2.4	Experiencias de asociaciones forestales con Aromo Australiano	20
2.3	Características de la madera y su mercado	22

3.	MATERIAL Y MÉTODO	26
3.1	Material	26
3.1.1	Características edafoclimáticas	27
3.1.2	Características generales del lugar de estudio	28
3.1.3	Asociaciones con participación de Aromo	30
3.2	Metodología	32
3.2.1	Selección de las asociaciones y rodales	32
3.2.2	Esquema de muestreo	35
3.2.3	Tipo de variables medidas	38
3.2.4	Análisis estadístico	40
4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
4.1	Análisis del porcentaje de árboles M	42
4.2	Análisis del incremento anual del DAP medio de los árboles M	47
4.3	Análisis del porcentaje de árboles no M	50
4.4	Análisis del incremento anual del DAP medio de los árboles no M	53
4.5	Análisis del número de bifurcaciones en árboles no M	55

5.	CONCLUSIONES	59
6.	RESUMEN	61
	SUMMARY	63
7.	BIBLIOGRAFÍA	65
8.	ANEXOS	70

INDICE DE CUADROS

CUADRO		Página
	En el texto	
1	Antecedentes por especie de las diferentes asociaciones con participación de Aromo	29
2	Antecedentes por especie de las asociaciones y rodales evaluados	37
3	Pauta de evaluación cualitativa de los árboles (<i>Acacia melanoxylon</i>) en las diferentes asociaciones	38
4	Criterios para la asignación del tipo de árbol M y no M	39
5	Resumen estadístico para la variable Porcentaje medio de árboles M	42
6	Resumen estadístico para la variable Incremento anual del DAP medio de árboles M	47
7	Resumen estadístico para la variable Porcentaje medio de árboles no M en cada asociación de especies vegetales	50
8	Resumen estadístico para la variable Incremento anual del DAP medio de árboles no M	53
9	Resumen estadístico para la variable Número medio de flechas en árboles no M	55

CUADRO**Página**

En el anexo

1A	ANDEVA de la variabilidad del porcentaje de árboles M debido al factor Asociación	71
2A	Porcentaje medio de árboles M para el factor Asociación	71
3A	Comparación múltiple para el porcentaje de árboles M.	72
4A	ANDEVA de la variabilidad del Incremento anual del DAP medio de árboles M debido al factor.	74
5A	Incremento anual del DAP medio de los árboles M para cada tratamiento.	74
6 A	Comparación múltiple para el Incremento anual del DAP medio de árboles M.	75
7A	ANDEVA de la variabilidad del Porcentaje de árboles no M debido al factor Especies	77
8A	Porcentaje de árboles no M para el factor especies	77
9A	Comparación múltiple para el porcentaje de árboles no M.	78
10A	ANDEVA de la variabilidad del Incremento anual del DAP de árboles no M debido al factor Especies	80

11A	Incremento anual del DAP medio de árboles no M para cada tratamiento	80
12A	Comparación múltiple para el Incremento anual del DAP medio de árboles no M	81
13A	ANDEVA de la variabilidad del N° de flechas presentes en árboles no M debido al factor Especies	83
14A	N° medio de flechas presentes en árboles no M para cada tratamiento	83
15A	Comparación múltiple para el número medio de flechas presentes en árboles no M	84
16A	Resumen de las variables evaluadas por rodal	86

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Página
	En el texto	
1	Ejemplo plantaciones mixtas en grupos	9
2	Ejemplo plantaciones mixtas en hilera	10
3	Ejemplo plantaciones mixtas a nivel árbol individual (pie a pie)	11
4	Ubicación de la zona de estudio	26
5	Diseño plantación mixta en hilera de Aromo con especie acompañante	30
6	Diseño plantación pura de Aromo australiano	31
7	Ubicación de los rodales seleccionados por asociación en el área de estudio	34
8	Esquema de muestreo en plantaciones mixtas de Aromo australiano con especies acompañantes	36
9	Esquema de muestreo en plantación pura de Aromo australiano	36
10	Gráfica de medias de la participación en porcentaje de árboles M en cada asociación	43
11	Gráfica de medias del Incremento anual del DAP medio de árboles M en cada asociación	48
12	Gráfica de medias del Porcentaje de árboles no M en cada asociación	51
13	Gráfica de medias del Incremento anual del DAP medio	54

	de árboles no M en cada asociación	
14	Gráfica de medias del Número de bifurcaciones en árboles no M en cada asociación	56

En el anexo

1A	Dispersión del Porcentaje de árboles M por tipo de asociación	73
2A	Medias de porcentaje de árboles M y sus respectivos intervalos para cada asociación de especies	73
3A	Dispersión del Incremento anual del DAP de árboles M por tipo de asociación de especies	76
4A	Incremento anual del DAP medio de árboles M y sus respectivos intervalos para cada tipo de asociación de especies	76
5A	Dispersión del Porcentaje de árboles no M por tipo de asociación	79
6A	Medias de porcentaje de árboles M y sus respectivos intervalos para cada asociación de especies	79
7A	Dispersión del Incremento anual del DAP de árboles no M por tipo de asociación de especies	82
8A	Incremento anual del DAP medio de árboles no M y sus respectivos intervalos para cada tipo de asociación de especies	82
9A	Dispersión del número de flechas en árboles no M por	85

	tipo de asociación de especies	
10A	Número medio de flechas presentes en árboles no M y sus respectivos intervalos para cada tipo de asociación de especies	85
11A	Asociación Aromo (<i>Acacia melanoxylon</i>) con Pino insigne	87
12A	Asociación Aromo (BW) con Maqui	87
13A	Asociación Aromo con Pino oregón	88
14A	Plantación Aromo puro (BW puro)	88

1. INTRODUCCION

La diversificación forestal se plantea en Chile en forma amplia, con aspectos que van desde las especies cultivadas y la superficie plantada, hasta la distribución geográfica en las diferentes regiones del país, de manera de flexibilizar los modelos silvícolas y ser una propuesta complementaria al modelo productivo del monocultivo, que represente una opción válida para los sectores marginados del desarrollo forestal.

Una forma de diversificar es a través de asociaciones de especies forestales o plantaciones mixtas. Esta alternativa silvícola mixta, conceptualizada en Europa a fines del siglo XIX y que en Chile se utiliza regularmente hace más de dos décadas, representa una superficie inferior al 0,4 % del total de las plantaciones nacionales, con una superficie registrada superior a las 6.000 ha¹. Se trata de una opción distinta a las plantaciones de una sola especie, que permite flexibilizar los objetivos de producción, disminuir las incertidumbres de las inversiones por efecto de variaciones en las tendencias del mercado y de las preferencias de los consumidores en el mediano y largo plazo; aumentar los beneficios por disminución de los costos de intervención (podas, limpiezas y fertilizaciones simplificadas), además de mejorar los retornos por el mayor valor de los productos².

Acacia melanoxylon R.Br. es una latifoliada siempreverde que responde ampliamente a las expectativas de la diversificación forestal y al modelo de

¹ Loewe, V. 2003. Comunicación personal.

² Siebert, H. 2002. Comunicación personal.

plantaciones mixtas³. Sin embargo, con una superficie estimada de 2.000 ha plantadas en Chile aproximadamente (Loewe *et al.*, 1998), existe en el país un gran desconocimiento sobre el Aromo australiano o “Blackwood”⁴, en relación con su potencial en el exigente mercado internacional como madera de alto valor y, también, acerca de su crecimiento y calidad en asociaciones de especies forestales.

La experiencia, sin embargo, ha demostrado que especies nativas como Roble (*Nothofagus obliqua*), Raulí (*Nothofagus alpina*) o Coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y otras introducidas como Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) y Eucalipto (*Eucalyptus sp.*) favorecen un buen desarrollo del Aromo. La rectitud de los fustes, el tamaño y tipo de ramas y la arquitectura de las copas, son algunos de los parámetros afectados positivamente por la asociación (Siebert y Loewe, 2002).

Estas circunstancias han motivado este estudio realizado en el fundo Miraflores, comuna de Lanco – X Región, el cual evalúa el efecto que tiene en la calidad y crecimiento de *A. melanoxylon* la especie vegetal acompañante, caracterizada en cinco asociaciones y otra, en forma de monocultivo.

De esta forma, las especies vegetales acompañantes y que conforman las cinco asociaciones con Aromo (**BW**) evaluadas en este estudio son: Maquí (*Aristotelia chilensis*), Pino insigne (*Pinus radiata*), Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), Roble (*Nothofagus obliqua*) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus*). En el

³ Siebert, H. 2002. Comunicación personal.

⁴ Denotado con la abreviación **BW**, corresponde al nombre común de *Acacia melanoxylon* en el mercado internacional.

fundo, los rodales mixtos y puros se presentan bajo condiciones similares de sitio, permitiendo en *Acacia melanoxylon*:

- i)* Evaluar de acuerdo a la participación de árboles de selección que llegarán a la madurez, el potencial de las asociaciones para producir fustes valiosos.
- ii)* Caracterizar en relación con el número de bifurcaciones apicales (flechas), los árboles que no llegarán a la madurez.
- iii)* Comparar el crecimiento en cada asociación.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Plantaciones mixtas

Corresponden a modelos que asocian una o más especie(s) principal(es) a una o más especie(s) secundaria(s), sean éstas arbóreas o arbustivas, caracterizándose por ser un cultivo contemporáneo sobre la misma superficie (Loewe *et al.*, 2000). En estas plantaciones poliespecíficas la(s) especie(s) principal(es) genera(n) producto(s) de alto valor al momento de la cosecha (aserrable y foliable), y la(s) especie(s) secundaria(s)⁵ aportan productos intermedios como postes, polines, frutos u otros, a obtener en este mismo transcurso de tiempo.

Si la asociación de especies vegetales ó plantaciones mixtas se realizan adecuadamente tiene las siguientes ventajas y desventajas, que es necesario considerar a la hora de tomar decisiones.

2.1.1 Ventajas del uso de las plantaciones mixtas

Entre las ventajas se mencionan las siguientes:

a. Mejorar el resultado económico en la gestión

Siebert⁶, afirma que al formar bosques mixtos (no siempre contemporáneos), conservarlos y utilizarlos -dentro de los límites de la

⁵ Especie secundaria, también llamada especie acompañante o de servicio, favorece el crecimiento de la especie principal, mejorando su forma durante su fase juvenil y/o adulta, lo que conduce a una mejor calidad de productos (Loewe *et al.*, 2000)..

⁶ Siebert, H. 2004. Comunicación personal.

sostenibilidad- mejora el resultado económico, basado en una gestión silvícola orientada hacia el árbol individual (el volumen de biomasa no es el objetivo, aunque permite financiar las primeras intervenciones) con un mayor valor por la calidad fustal (dimensión, calidad de la madera) de las especies arbóreas que participan en el resultado comercial al momento de cosechar el árbol; las especies secundarias también cumplen funciones importantes.

b. Diversificación de la producción

Se puede obtener varios tipos de productos madereros (madera aserrada, foliada, leña, etc.) de varias especies que tengan la misma rotación o rotaciones distintas. También se pueden considerar especies que aporten productos no madereros y que son complementarios, tales como forraje, miel, frutos, u otros de interés (Loewe *et al.*, 1999).

c. Disminución de los riesgos

Al asociar especies vegetales se aminoran los riesgos por elementos abióticos, como heladas, viento o sequías, que pueden causar daños a una determinada especie, y no a otras; o debido a elementos bióticos ya que la presencia de varias especies en una plantación limita la propagación de enfermedades y ataques parasitarios. Además, disminuye los riesgos debido a incertidumbres económicas, por variaciones de los mercados y por la duración de los ciclos de cultivo (Loewe *et al.*, 2001). Siendo una de las características más notables de las plantaciones mixtas su gran flexibilidad.

d. Aumento de las potencialidades productivas de la plantación

Según Loewe (2002), esto se logra a través de asociaciones que activen las peculiaridades productivas de cada especie, o a través del uso de especies que incrementen la fertilidad del suelo, mejorando las características del sitio, como por ejemplo especies fijadoras de nitrógeno. Existe una reducción de la competencia entre árboles, mejorando la utilización de la luz, de los recursos hídricos y de los elementos nutricionales, particularmente entre especies asociadas que tienen diferentes sistemas morfológicos radiculares, forma de copa y necesidades nutricionales.

e. Mejoramiento de la calidad de la madera

Con asociaciones apropiadas es posible obtener árboles de copas vivas más largas, con ramas de menor diámetro y fustes de mayores dimensiones, rectos y cilíndricos, lo que lleva a obtener producciones cualitativamente superiores a las obtenidas en plantaciones puras (Loewe *et al.*, 2001).

Otra característica fundamental para valorizar la calidad de la madera y que se logra a través de un manejo adecuado de las plantaciones mixtas, es la regularidad de los anillos de crecimiento anual, permitiendo una homogeneidad de la densidad y mejor trabajabilidad de la madera (Loewe *et al.*, 2001).

f. Disminución y simplificación de algunas técnicas de cultivo

Con la utilización de especies acompañantes o secundarias adecuadas, es posible condicionar el crecimiento de las especies principales, obteniendo un árbol más balanceado, de forma más recta y con ramas más finas, lo

que se traduce en podas menos intensivas y por ende menos traumáticas (Loewe, 2002).

Según Siebert⁷, estas especies acompañantes además de minimizar la competencia por luz, proporcionan también una protección lateral a la especie principal. De este modo, los fustes protegidos por el dosel del estrato intermedio producen maderas más finas, sin brotes de epicórmicos.

Otro caso es el uso de arbustos que cubren el terreno, eliminando las malezas y su consiguiente competencia, haciendo de esta forma innecesaria las operaciones de limpieza (Loewe, 2002).

g. Mejoramiento del paisaje y del ambiente

La población compuesta por varias especies es más agradable estéticamente, y puede acoger mayor cantidad de fauna, con lo que eventualmente mejoran las posibilidades de desarrollar actividades turísticas y recreacionales (Loewe *et al.*, 2001).

Debido a esta misma riqueza de especies vegetales y animales presentes, que confieren a la plantación una mayor complejidad y capacidad de sostener perturbaciones externas, se afirma que es un sistema más estable (Loewe *et al.*, 2001).

⁷ Siebert, H. 2004. Comunicación personal.

2.1.2 Desventajas de la utilización de plantaciones mixtas

Entre las desventajas de las plantaciones mixtas se pueden citar las siguientes:

a. Decisión en la selección de las especies y en el esquema de plantación (diseño) más complejo

Loewe *et al.* (2000), menciona que se debe seleccionar y distribuir armónicamente las diferentes especies, considerando las exigencias y las características de crecimiento que presenta cada una de ellas en un ambiente dado.

b. Costos de plantación mayores que en el caso de plantaciones monoespecíficas

Esto se debe a la mayor densidad (se adoptan distancias de plantación reducidas) respecto a las plantaciones puras, y por la mayor complejidad en la distribución de las plantas en el terreno, que es más cara en la medida que existe menos experiencia (Loewe *et al.*, 2001). No obstante lo anterior, esto depende finalmente del costo unitario de las plantas de las especies principales⁸.

c. Experimentación aún en sus inicios

Esto hace que no se tengan confirmaciones sobre los mecanismos que regulan la interacción entre las especies, y por lo tanto, los efectos de las asociaciones en el largo plazo (Loewe *et al.*, 2000).

⁸ Loewe, V. 2004. Comunicación personal.

d. Necesidad de mayor atención a la evolución de las plantaciones

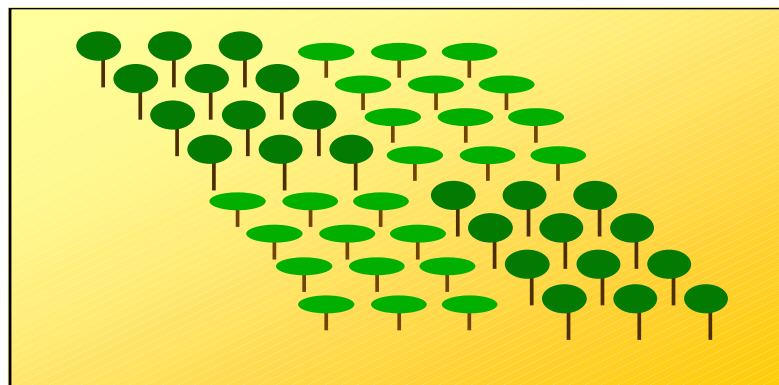
Requiere de una atención permanente para mantener la calidad de la plantación, además de profesionales y técnicos innovadores y capacitados en este tipo de silvicultura (Loewe, 2002).

2.1.3 Tipos de plantaciones mixtas

Según Loewe *et al.* (2000), las asociaciones pueden realizarse con diferentes disposiciones o arreglos espaciales, que se indican a continuación:

a. Plantaciones en grupos

Esta asociación está constituida por núcleos monoespecíficos o grupos puros, en los cuales el efecto de la asociación se explica en forma más marcada en los márgenes de los grupos, y en forma limitada al centro de ellos (figura 1).



Fuente: Loewe, M. (2001).

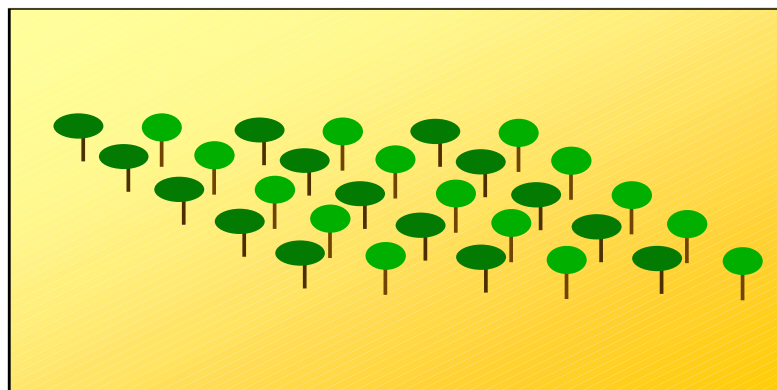
FIGURA 1. Ejemplo de plantaciones mixtas en grupos.

Estos esquemas de plantación son más simples y pueden adoptarse distanciamientos menores, pudiendo garantizar de esta forma una selección al interior de cada grupo. Además, este tipo de asociación se puede emplear en el caso que existan condiciones de sitio diferenciadas en el área (Loewe, 2002).

Por otra parte, Siebert⁹ plantea que en grupos de mayor superficie disminuye el efecto benéfico de las plantaciones mixtas.

b. Plantaciones en hilera

Este esquema de asociación se caracteriza por presentar hileras monoespecíficas o puras, donde cada hilera puede tener al lado hileras de la misma especie o de especies diversas (figura 2).



Fuente: Loewe (2001).

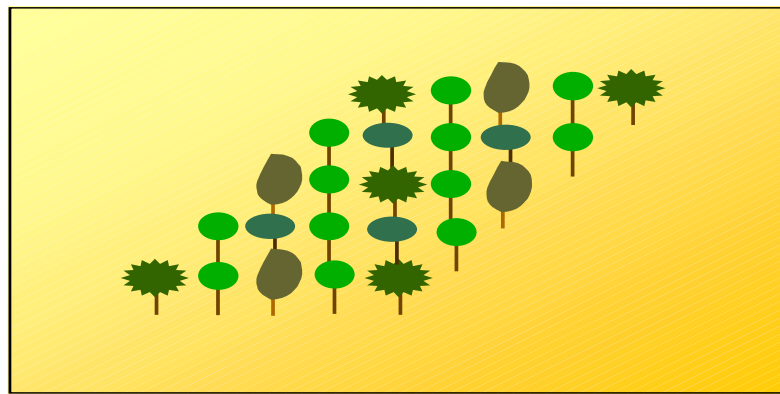
FIGURA 2. Ejemplo de plantación mixta en hilera.

⁹ Siebert, H. 2003. Comunicación personal.

La ventaja de esta disposición es que permite tener un mayor efecto lateral, garantizando la posibilidad de seleccionar los mejores individuos al interior de cada hilera (Loewe, 2002).

c. Plantaciones a nivel de árbol individual (pie a pie)

En este tipo de disposición espacial, cada planta puede estar rodeada de especies distintas, según un esquema simétrico y repetitivo (figura 3).



Fuente: Loewe (2001).

FIGURA 3. Ejemplo de plantación a nivel árbol individual (pie a pie).

Esta tipología exalta al máximo el efecto de la asociación, pero hace más difícil la selección de los mejores individuos. En el caso que las especies tengan rotaciones distintas es muy importante estudiar el diseño de plantación, de modo de facilitar al máximo las operaciones de cosecha y extracción (Loewe *et al.*, 2001).

2.2 Antecedentes generales de la especie en estudio

ORDEN	:	<i>Rosales</i>
FAMILIA	:	<i>Leguminosae</i> : <i>Mimosoidae</i>
GÉNERO	:	<i>Acacia</i>
ESPECIE	:	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Brown
NOMBRE COMÚN	:	<i>Blackwood</i> , Aromo australiano, etc.

A. melanoxylon es una de las especies latifoliadas más valiosas y reconocida a nivel mundial por las características de su madera. Se distribuye naturalmente al Sudeste de Australia y Noreste de Tasmania (Loewe, *et al.*,1998).

El género *Acacia* está constituido por aproximadamente 1.000 especies arbóreas y arbustivas, de las cuales alrededor de 800 se encuentran en Australia y América (Loewe, *et al.*,1998).

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 comunes. Esta especie se conoce como “*Blackwood*” (nombre usado en el mercado internacional), “*Australian Blackwood*”, “*Black wattle*”, “*Acacia negra*”, “*Aromo negro*”, “*Schwarze akazia*” y “*Acacia a bois noir*”. En Chile se le conoce principalmente como Aromo Australiano (Cerde, 1995).

Su introducción en Chile se inició en las primeras décadas del siglo XX por agricultores de las regiones IX y X, atraídos por los usos potenciales de su madera, e incluso como cortinas corta-fuego. Sin embargo, hace sólo 40 años que la especie se estableció definitivamente en la zona centro sur del país,

estimándose que se encuentra presente en una superficie aproximada de 2.000 ha, entre las Regiones Metropolitana y X, principalmente en los sectores de la depresión intermedia y cordones del Valle Central bajo los 500 m.s.n.m., destacándose por un buen desarrollo en el Golfo de Arauco, Valdivia, Temuco y Chiloé (Loewe, *et al.*,1998).

En sitios adecuados, en bosques manejados se logran rápidos crecimientos, fustes rectos lisos con temprana y buena duraminización y poda natural, para producir madera de valor para el mercado de muebles, chapas finas ("*veneers*", foliados), pisos, revestimientos interiores, etc. Además, puede tener importancia en la producción de madera estructural, pulpa, leña, taninos, forraje, nitrogenación del suelo, control de la erosión, control de dunas, etc. (Siebert y Bauerle, 1995).

2.2.1 Descripción de la especie

Se trata de una latifoliada siempreverde que alcanza alturas máximas de 35 m y diámetros de 1,0 a 1,5 m al Noroeste de Tasmania (Gleason, 1986). En Chile, de acuerdo a mediciones realizadas por INFOR (1991) en la provincia de Chiloé, en plantaciones de 17 a 20 años se registran alturas entre 20 a 25 m, diámetros entre 23,6 y 24,4 cm e incrementos volumétricos de entre 26 y 39 m³/ha/año.

El fuste puede ser muy recto, de baja conicidad y escasas ramas (Grut, citado por Torrealba, 1987), debido a que presenta buena poda natural. Es común apreciar en la base del fuste contrafuertes (para afrontar en mejor forma la

acción del viento), los que generalmente se presentan en un 10 a 30% de los árboles de un rodal.

La corteza, de tonos grisáceos, presenta a lo menos dos tipos de superficies: lisa cuando joven, y rugosa o escamosa en la madurez. Es resistente a daños debido a su consistencia densa y un espesor que alcanza 5 a 10 mm como promedio (Cerde, 1995).

De copa amplia, el follaje es perenne y estéticamente atractivo, otorgándole valor ornamental. La forma de esta copa depende mucho de la competencia aérea que soporte el árbol, pudiendo variar con la edad y densidad de la plantación donde crezca (De Zwaan, 1982).

Presenta características de heterofilia (dimorfismo foliar), es decir sus hojas cambian de forma en función del estado de desarrollo del árbol. En el estado juvenil tiene hojas plumiformes, compuestas y bipinnadas 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 (Forest Research Institute, 1982).

Es una especie monoica, con inflorescencias formadas por pequeños racimos de 3 a 5 cabezuelas. Cada una de estas se compone de 30 a 50 flores hermafroditas, de tono amarillo pálido. La floración se produce entre septiembre y enero (primavera – verano) (Loewe *et al.*, 1996).

Su fruto es una legumbre aplanada de color café – rojizo que contiene entre 6 y 10 pequeñas semillas; de tono negro brillante, presentan una testa de gran dureza y resistencia, muy impermeables. Su viabilidad se prolonga por

muchos años, presentando una germinación de 99 a 100%. Se reproduce fácilmente por semillas, brote de raíces y por rebrote de tocón.

El sistema radicular se compone de una gran raíz pivotante vigorosa y profunda, dependiendo sin embargo, de las restricciones del suelo. No es extraño (Schlegel citado por Cerda, 1995) que el sistema radicular se muestre superficial y abierto, en condiciones de suelo diferentes.

2.2.2 Requerimientos ecológicos

a. Clima

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 con 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 1 y 0°C, presentándose de 5 a 70 heladas al año (Loewe *et al.*, 1996).

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 (De Zwaan, 1982), se ubican a 60 m.s.n.m, donde las temperaturas medias de invierno y verano son 11 y 20°C, respectivamente. Las precipitaciones promedian 1.800 mm anuales (Forestry Commission of Tasmania, 1981; Hall y Wolf, 1981).

Stehle (1996), determinó que en Sudáfrica un clima “fresco” o condiciones climáticas húmedo - frías son óptimas para esta especie, en cuanto a crecimiento, forma y calidad de la madera producida.

En Chile, los rodales de mejor crecimiento se encuentran en sitios de clima templado lluvioso con precipitaciones sobre los 2.000 mm, con temperaturas medias de 12,5 °C y ausencia de nieve (Siebert y Cerda, 1994).

b. Suelo

A. melanoxylon puede vivir en una diversidad de suelos, no obstante este es uno de los factores que afecta su crecimiento, pues prefiere suelos profundos (superior a 80 cm), sin restricciones en el drenaje, con estructuras granulares y textura franco-limosa o de transición, con niveles levemente ácidos, lo cual corresponde a los suelos trumaos y francos del sur de Chile (Siebert y Bauerle, 1995).

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 (**BW**) puede ocupar diferentes tipos de suelos, ya que 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 (Schlegel, 1989).

c. Altitud

En Chile se ha establecido hasta los 500 m.s.n.m. (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 m.s.n.m, se pueden presentar leves nevazones. En Chile las experiencias en zonas con este tipo de precipitaciones provocan el desgancho y rajadura de los árboles con doble flecha o bifurcados, además de la caída de algunos de ellos (Siebert y Cerda, 1994).

d. Exposición

En general en Chile prefiere las exposiciones sur (sombrias), en las cuales se combinan condiciones ambientales de menor temperatura o más "frescas", mayor humedad relativa y suelos con mayor disponibilidad hídrica, que las exposiciones norte, donde se le encuentra muchas veces con un elevado porcentaje de árboles bifurcados. De este modo, al establecerse en estas exposiciones sombrias se favorece la poda natural y la formación de ramas con diámetros menores (Siebert y Cerda, 1994).

Si se establece bajo dosel, se recomienda una exposición más asoleada cuando la precipitación es suficiente (Siebert y Bauerle, 1995).

2.2.3 Ecología de la especie

Por mucho tiempo fueron desconocidas las razones que explican la marcada diferencia en el crecimiento y calidad de la madera cuando Aromo crece en bosques nativos, y cuando crece fuera de ellos en condiciones de plantación pura establecida en sitios limpios o con pradera (Stehle, 1996).

Un mejor conocimiento de la ecología es esencial para explicar su comportamiento como árbol maderero bajo una variedad de condiciones y sitios. Así, en Australia es una especie suprimida en bosques húmedos de eucalipto, dominante entre arbustos, y prácticamente inexistente en bosques lluviosos fríos (Stehle, 1996).

Aunque se considera que *Acacia melanoxylon* una especie pionera con fuerte demanda de luz, exhibe una acentuada tolerancia a la sombra y puede sobrevivir largos períodos de supresión por vegetación densa y de altura (Stehle, 1996).

Complementario a la situación Australiana, Siebert¹⁰ considera que *Blackwood* (Aromo australiano) debe ser tratada como una especie no-pionera si se desean tener resultados satisfactorios, y producir fustes valiosos. De acuerdo a esta consideración, presenta serias dificultades al ser establecida sobre superficies descubiertas.

¹⁰ Siebert, H. 2002. Comunicación personal. Siebert, desarrolla una labor silvícola basada en los conceptos de la "Association of European Foresters Practising Management Which Follows Natural Proceses (PRO SILVA)", mediante los cuales maneja aproximadamente 500 ha de *Acacia melanoxylon* en la zona centro-sur del país.

Seydack (citado por Loewe *et al.*, 1998), determinó que según las condiciones de los sitios, Aromo australiano (**BW**) puede adoptar tres estrategias de crecimiento diferentes, las cuales son determinantes en la calidad de su madera:

a. De producción (P)

Crecimiento relativamente rápido, alcanza una velocidad de crecimiento máximo a temprana edad, de vida relativamente corta, a menudo no logra grandes tamaños finales objetivo. Es típica de hábitats abiertos, como las zonas a orillas de bosques (árboles con efecto borde) y plantaciones realizadas en superficies descubiertas (Seydack citado por Sthele, 1996).

b. De estrés (S)

Crecimiento relativamente lento, sólo llega a tamaños finales moderados, debido a que se desarrolla en condiciones de alta humedad en el suelo y con sombreado. Esta estrategia está determinada por sitios secos, supresión por competencia o por depresión endogámica. Se presenta mezclada con los Aromos de estrategia P, y es el resultado del estrés inducido por la competencia intraespecífica (supresión) o por condiciones de aridez del sitio, ó por ambas razones (Seydack citado por Sthele, 1996).

c. De estrés-producción (SP)

Presentan tasas de crecimiento relativamente altas y prolongadas, con grandes tamaños finales. Esta situación combina las estrategias anteriormente descritas, en donde los primeros años de vida crece en condiciones de estrés (bajo cubierta), frenando el crecimiento inicial, para luego en condiciones favorables desarrollarse, para finalmente alcanzar

dimensiones considerablemente superiores (Seydack citado por Sthele, 1996).

2.2.4 Experiencias de asociaciones forestales con Aromo australiano (BW)

Como plantación, existen referencias en los cinco continentes, tanto en masas puras como mixtas. En el caso de las plantaciones mixtas, es considerable la cantidad de textos que citan las bondades del Aromo creciendo asociado con otras especies (Cerda, 1995).

Algunos estudios norteamericanos indican que plantaciones mixtas de Eucalipto y Aromo (**BW**) permitirían un incremento adicional del 28 y 25% de crecimiento en diámetro y altura respectivamente en *Eucalyptus globulus*, en relación al monocultivo testigo (Cerda, 1995).

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). Además crece asociado a especies de los géneros *Nothofagus* y *Eucalyptus*.

En estas situaciones compite por el dosel superior o se presenta como especie acompañante en un estrato intermedio (De Zwaan, 1982).

El crecimiento común de esta especie en el norte de Tasmania es de 0,7 a 1,0 cm anual en diámetro, estimándose que con una rotación de 70 años y 200 árboles por hectárea con un diámetro medio de 50 cm, es posible obtener 400 m³/ha (Forestry Comision of Tasmania, 1981; Cerda, 1995).

En el sur de Australia los incrementos anuales en diámetro pueden sobrepasar 1,5 cm, cosechando árboles con fustes de 50 cm a los 35 años. Con respecto a la altura, esta se incrementa a razón de 2 m anuales durante los primeros años, decreciendo a 1 m/año a medida que el árbol avanza en edad (CSIRO, 1994, citado por Cerda, 1995).

En Chile, existen situaciones de este tipo (Regiones IX y X), las que han sido evaluadas obteniéndose resultados exitosos de crecimiento de Aromo asociado con pino radiata (*Pinus radiata*), pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) y Castaño (*Castanea sativa*). Además, la naturaleza plantea la posibilidad de evaluar una plantación mixta con especies chilenas del género *Nothofagus*, oportunidad que no puede pasar desapercibida por su buen desarrollo y porque se trata de especies que se distribuyen en áreas aptas para la especie (Siebert y Cerda, 1994).

Se estima que su cosecha debería estar cercana a los 40 años, con diámetros de 50-60 cm y 200 arb/ha. Esta edad de rotación podría aún bajar a 30 años, ya que el valor de su madera está más relacionado con la proporción de duramen que ésta tenga, que con el diámetro del trozo. Esto debido a que gran parte del valor de la madera depende de su color (Stehle, citado por Loewe *et al.*, 1998).

Actualmente una elevada proporción de las plantaciones que se realizan con esta especie en Chile se basan en conceptos que privilegian las asociaciones, y se manejan con apego a la naturaleza y los procesos naturales (Siebert y Cerda, 1994).

2.3 Características de la madera y su mercado

La madera de Aromo (**BW**) puede ser muy variable en cuanto a sus características físicas y químicas, tanto dentro del mismo árbol como entre individuos (De Zwann, 1982; Loewe *et al.*, 1998).

Es medianamente pesada, con una densidad media de 0,54 gr/cc; soporta adecuadamente esfuerzos de tracción y compresión, a la vez que es resistente a choques y vibraciones, presentando una buena estabilidad dimensional (Grut, citado por Torrealba, 1987). Su textura fina y el grano recto producen un vetado característico y decorativo (Kannegiesser, 1989).

Presenta anillos de crecimiento muy marcados, diferenciándose claramente el crecimiento de primavera respecto al de verano. También se diferencia notoriamente la albura (hualle) blanco amarillento del duramen (pellín), pardo rojizo (Loewe *et al.*, 1998).

La madera es muy cotizada cuando presenta una alta proporción de duramen. Según Harrison (citado por Stehle, 1996), la proporción de duramen que ocupa la sección transversal del fuste es cercana a las $\frac{3}{4}$ partes de éste, desarrollándose a la par con el crecimiento del árbol desde sus primeros años. Presentando una durabilidad intermedia, la madera duraminizada bordea los 0,75 gr/cc de densidad.

La madera de esta especie no encuentra trabas a su utilización, ya que es de relativamente fácil aserrío cuando verde, no presenta problemas de secado al aire o en horno. En Sudáfrica, la industria local ha adquirido sus propios hornos, los que mayoritariamente se utilizan en el proceso de

deshumificación, a través de calefactores controlados termostáticamente y los ventiladores funcionan en condiciones de sellado hermético (Stehle, 1996). Se trabaja fácilmente con herramientas manuales y mecánicas, lográndose terminaciones finas y suaves.

Estas características de la madera permiten variados usos, tales como fabricación de muebles, revestimientos de interior, ebanistería, tornería, parquets, fabricación de instrumentos musicales, estructuras de embarcaciones, entre otros (Loewe *et al.*, 1998).

La madera que se requiere para la industria de muebles de alta calidad debe ser de coloración oscura y con diámetros de trozas que varíen entre 60 y 100 cm, aunque estas dimensiones seguramente se reducirán con el avance tecnológico de la maquinaria, tal como ha ocurrido con otras especies de alto valor (Stehle, 1996, citado por Loewe *et al.*, 1998).

La calidad puede ser bastante variable, dependiendo en parte de la información genética, y según Stehle (1996) principalmente del metabolismo del árbol, el que a su vez es gobernado por factores ambientales que definen su estrategia de crecimiento. La madera de buena calidad, con la proporción de duramen necesaria, se produce mayoritariamente con una estrategia SP, y de árboles maduros de aproximadamente 40 años de edad.

En Sudáfrica (Stehle 1996), el diámetro ideal de una troza varía de 60 a 100 cm de diámetro. El límite comercializable es de un diámetro mínimo de 35 cm, el cual tiene una doble función: *i) Evitar madera indeseable y de baja calidad* - especialmente problemas de grietas y color deficiente, que se encuentran

por debajo de los 35 cm-, ii) *Aumentar el rendimiento de los aserraderos evitando diámetros pequeños.*

El sistema de clasificación para la venta de trozas es claramente cualitativo, es decir no existe un criterio absoluto sino mas bien una guía. Los criterios son las dimensiones, la forma, el color y los defectos. Especificaciones mínimas (largo y diámetro mínimo) son asignadas a cada categoría.

Esta clasificación (Stehle citado por Loewe *et al.*, 1998) está definida por un conjunto de especificaciones que determinan tres categorías y una categoría de rechazo:

a. Principal (P)

Diámetro 60 cm, largo 3,0 m y requerimientos generales de la troza de buen color, rectitud, cilíndricidad, grano recto y sanidad.

b. Promedio (A)

Diámetro 45 cm, largo 2,5 m, requerimientos generales de la troza de buen color, rectitud, grano recto y sanidad.

c. Comerciable (M)

Diámetro 35 cm, largo 2,0 m, requerimientos generales, defectos máximos.

d. Útil (S)

Dimensiones mínimas, diámetro 20 cm y largo 1,0 m.

La producción mundial de trozas de *Blackwood* (**BW**) probablemente no exceda los 30.000 m³/año, los que al convertirse en madera aserrada se reducen a un máximo de 10.000 a 15.000 m³/año. El principal productor es Australia (Tasmania) con 16.000 m³/año, luego viene Sudáfrica con 2.500 m³/año y Nueva Zelanda con 500 m³/año (Stehle, 1996).

En Chile no existe un mercado formal de la especie y en general no se le da la importancia que debería tener como especie valiosa. El mercado de esta especie está restringido principalmente a leña y madera pulpable (Loewe *et al.*, 1998).

El precio actual que tiene el metro ruma de Aromo australiano en Chile es de 13.500. La leña, cotizada por su alto valor calorífico, ha alcanzado precios de \$10.000 el metro ruma (Loewe *et al.*, 1998).

El mercado atractivo para Chile corresponde a Estados Unidos, Australia y los países europeos, que compran la madera a un precio elevado y la convierten en muebles de un color oscuro y de alto valor. Puede alcanzar en estos mercados precios de US\$ 550/m³ para trozas aserrables, y de US\$ 850/m³ para trozas foliadas; en Australia la madera aserrada seca se comercializa a US\$ 1.600/ m³ FOB (Loewe, 2002).

3. MATERIAL Y METODO

3.1 Material

Para el desarrollo de este estudio se utilizó información de seis rodales de *Acacia melanoxylon* R. Br. creciendo en asociación con diferentes especies vegetales, que incluyen a esta especie asociada a las especies Maquí (*Aristotelia chilensis*); Pino insigne (*Pinus radiata*); Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*); Roble (*Nothofagus oblicua*); Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); y por último, Aromo australiano (**BW**) puro. Estas plantaciones pertenecientes al Fundo Miraflores, propiedad de don Alberto Montecuccoli, se encuentran ubicadas a 8 km de la localidad de Purulón sector Panquinilahue, comuna Lanco, precordillera andina de la Provincia de Valdivia, X Región (Latitud 39°30' Sur y Longitud 72°30' W) (figura 4).

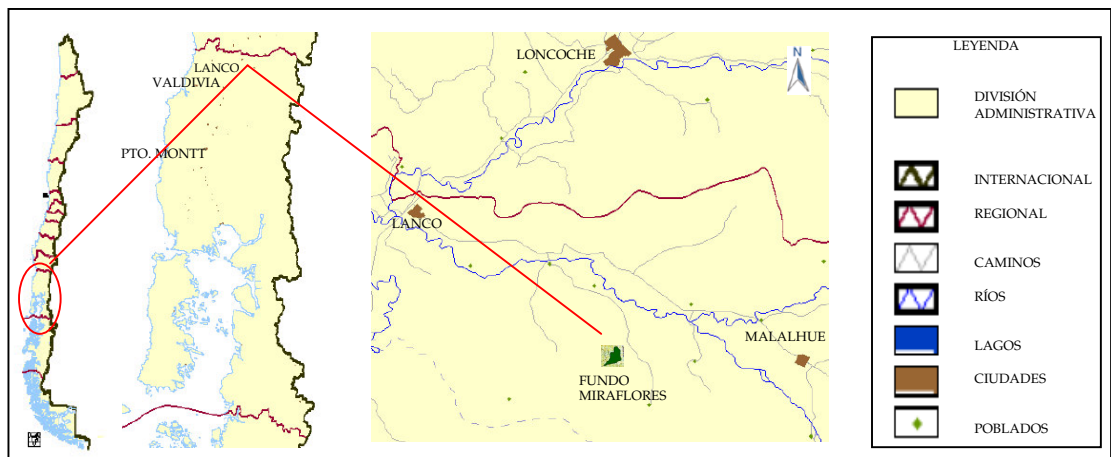


FIGURA 4. Ubicación de la zona de estudio.

3.1.1 Características edafoclimáticas

a. Topografía

Se caracteriza por laderas onduladas (descendiente de los cerros de Trotrolhue hacia el norte) y de pendiente media, en distintas exposiciones, soleadas (N, NE y NO) o sombrías (S, SE y SO) (Siebert *et al.*, 2003).

b. Altitud

Se encuentra entre una altitud de 100 m.s.n.m en el extremo norte hasta los 700 m.s.n.m en el extremo sur. El 90% del fundo se encuentra a una altitud inferior a los 500 m.s.n.m.¹¹.

c. Suelo

Los suelos son de origen volcánico (trumao), profundos, de la serie Correltúe, sobre roca metamórfica. De color pardo oscuro a pardo rojizo, de alta porosidad, livianos, de buen drenaje y alta infiltración. Rico en materia orgánica y moderado contenido de nutrientes. Con alta fijación de P poco aprovechable, bajo en K y N, suficiente en Ca y Mg (Siebert *et al.*, 2003).

d. Clima

Esta región se caracteriza por ser templado lluvioso, con más de 2.000 mm de precipitación anual, bastante bien repartidos en el año. Sobre los 500 m.s.n.m se presenta nieve ocasional en invierno. Las temperaturas oscilan entre los - 3°C de mínima y 35°C de máxima, con una temperatura media de 12°C. Con diez días de heladas al año (Siebert *et al.*, 2003).

¹¹ Siebert, H. 2002. Comunicación personal.

3.1.2 Características generales del lugar de estudio

Hasta 1984 este predio de 760 ha fue sometido a una gestión ganadera extensiva, los bosques fueron devastados (extracción de minerales) e intensamente ramoneados. A partir de 1984 cambió de dueño y con ello el objetivo de la gestión¹².

Administrado y asesorado técnicamente por Herbert Siebert, se excluyó el ganado de los bosques y se comenzó con la reconstrucción de las masas forestales bajo el criterio de coberturas permanentes, respetándose los procesos naturales, basado en los conceptos de la "Association of European Foresters Practising Management Which Follows Natural Processes (PRO SILVA)".

El programa de establecimiento está en gran parte concluido. Principalmente se establecieron desde 1984, y en mezclas, las especies: Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus delegatensis* y *Eucalyptus nitens*, *Pinus radiata* (Pino insigne), *Nothofagus alpina* (Raulí) y otras en menor escala¹³.

Acacia melanoxylon desde un inicio fue plantada en superficies importantes, principalmente en mezcla con otras especies exóticas como Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Pino insigne (*Pinus radiata*); con renuevos de Roble (*Nothofagus obliqua*) y bajo Macales¹⁴ (*Aristotelia chilensis*), existiendo en menor cantidad en forma pura.

¹² Siebert, H. 2002. Comunicación personal.

¹³ Siebert, H. 2002. Comunicación personal.

¹⁴ Macal: formación de especies arbustivas pioneras en que domina el Maqui (*Aristotelia chilensis*) (Siebert, H. 1999).

Con respecto a las situaciones antes mencionadas, el cuadro 1 indica por especie antecedentes de plantación para las distintas asociaciones al momento de establecer Aromo, incluyendo: origen, participación ó presencia de la especie (%) con relación al total de árboles por hectárea, espaciamiento y densidad inicial.

CUADRO 1. Antecedentes por especie de las diferentes asociaciones con participación de Aromo

Asociación	Especie	Origen	Participación en la asociación (%)	Espaciamiento (m)	Densidad inicial (plantas / ha)
Aromo – Roble	Roble Aromo	Natural Plantación	13 87	Regular 1,8x3,4	250 1634
					Total 1884
Aromo – Maqui	Maqui Aromo	Natural Plantación	17 83	Regular 1,8x3,4	280 1634
					Total 1914
Aromo – Pino insigne	Pino insigne Aromo	Plantación Plantación	50 50	1,8x3,4 1,8x3,4	817 817
					Total 1634
Aromo – Pino oregón	Pino oregón Aromo	Plantación Plantación	50 50	1,8x3,4 1,8x3,4	817 817
					Total 1634
Aromo – Eucalipto	Eucalipto Aromo	Plantación Plantación	50 50	1,8x3,4 1,8x3,4	817 817
					Total 1634
Aromo australiano puro	Aromo	Plantación	100	1,8x3,4	1634
					Total 1634

Fuente: Fundo Miraflores (2002).

3.1.3 Asociaciones con participación de Aromo (BW)

a. *Plantación mixta de Aromo con otras exóticas*

Caracterizándose por ser un cultivo contemporáneo (coetáneo) sobre la misma superficie, el diseño espacial de las plantaciones de exóticas con participación de Aromo australiano corresponde a plantaciones mixtas en hileras monoespecíficas alternadas, es decir, cada hilera de Aromo tiene al lado una hilera de la especie acompañante; que puede ser: Pino oregón, Eucalipto ó Pino radiata.

Establecidas sobre praderas, estas plantaciones presentan un espaciamiento rectangular de 1,8 (sobre la hilera) por 3,4 m (entre hileras), la densidad inicial es de 1634 plantas / ha en total, con un 50% de participación para cada especie (figura 5).

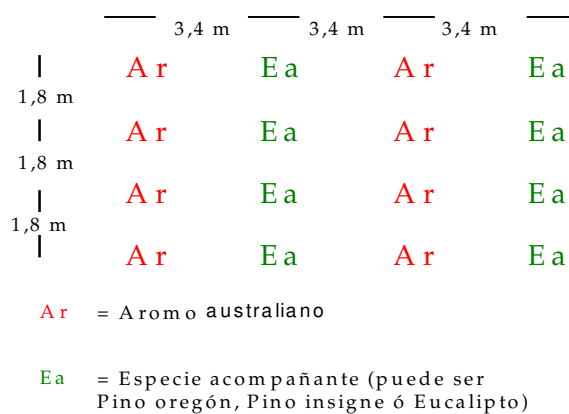


FIGURA 5. Diseño de plantación mixta en hilera de Aromo con especie acompañante.

Este diseño de plantación mixta en hilera –ambas especies crecen alternadas hilera por medio- permite tener un mayor efecto lateral, garantizando la posibilidad de seleccionar los mejores individuos al interior de cada hilera.

Según la posición sociológica actual de las especies, Aromo australiano es una especie dominante entre Oregón e intermedia con Eucalipto y Pino radiata.

b. Plantación monoespecífica de Aromo

El Aromo australiano (**BW**) es establecido en forma pura sobre pradera, y al igual que en plantaciones mixtas es un cultivo coetáneo que presenta un espaciamiento de 1,8 x 3,4 m con una densidad inicial de 1634 plantas/ha (figura 6).

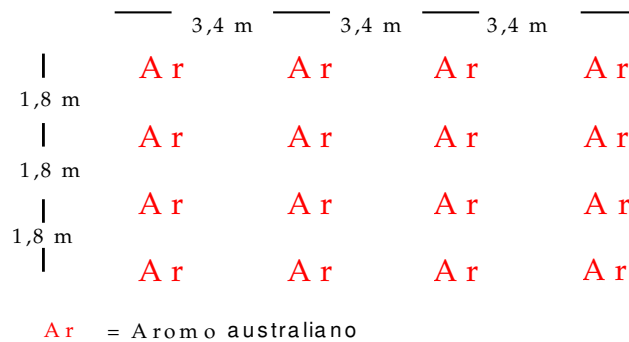


FIGURA 6. Diseño de una plantación pura de Aromo australiano.

c. *Asociación Aromo con Maquí*

Similar a la situación anterior, la especie arbórea es establecida y crece bajo la cobertura de Macales existentes naturalmente. De acuerdo a su posición sociológica actual, *A. melanoxyton* es dominante y presenta una densidad de 1634 plantas/ha (1,8 x 3,4 m) que sumado a las 280 plantas/ha de Maquí presentes –distribuidas regularmente en el espacio–, da un total para la asociación de 1914 plantas/ha, que representa una densidad en un 15% superior a la situación plantación mixta en hilera.

d. *Asociación Aromo con Roble*

En la asociación con Roble, *A. melanoxyton* es plantado bajo la cobertura de esta especie. *Nothofagus obliqua* originado a partir de regeneración natural, se encuentra inicialmente en un estado de renuevo y presenta una distribución homogénea al momento de plantación del Aromo (**BW**), observándose un espaciamiento y densidad tal que se considera al Roble con una participación del 13% en la asociación, correspondiendo esto a 250 árboles/ha. En el presente la posición sociológica en que se encuentra Aromo, hace de esta una especie codominante entre *Nothofagus*.

3.2 Metodología

3.2.1 Selección de asociaciones y rodales

Con el fin de analizar las plantaciones mixtas y pura de Aromo, se realizó un reconocimiento y caracterización de las asociaciones y sus correspondientes rodales existentes en el Fundo Miraflores. Para ello, se utilizó un Plano

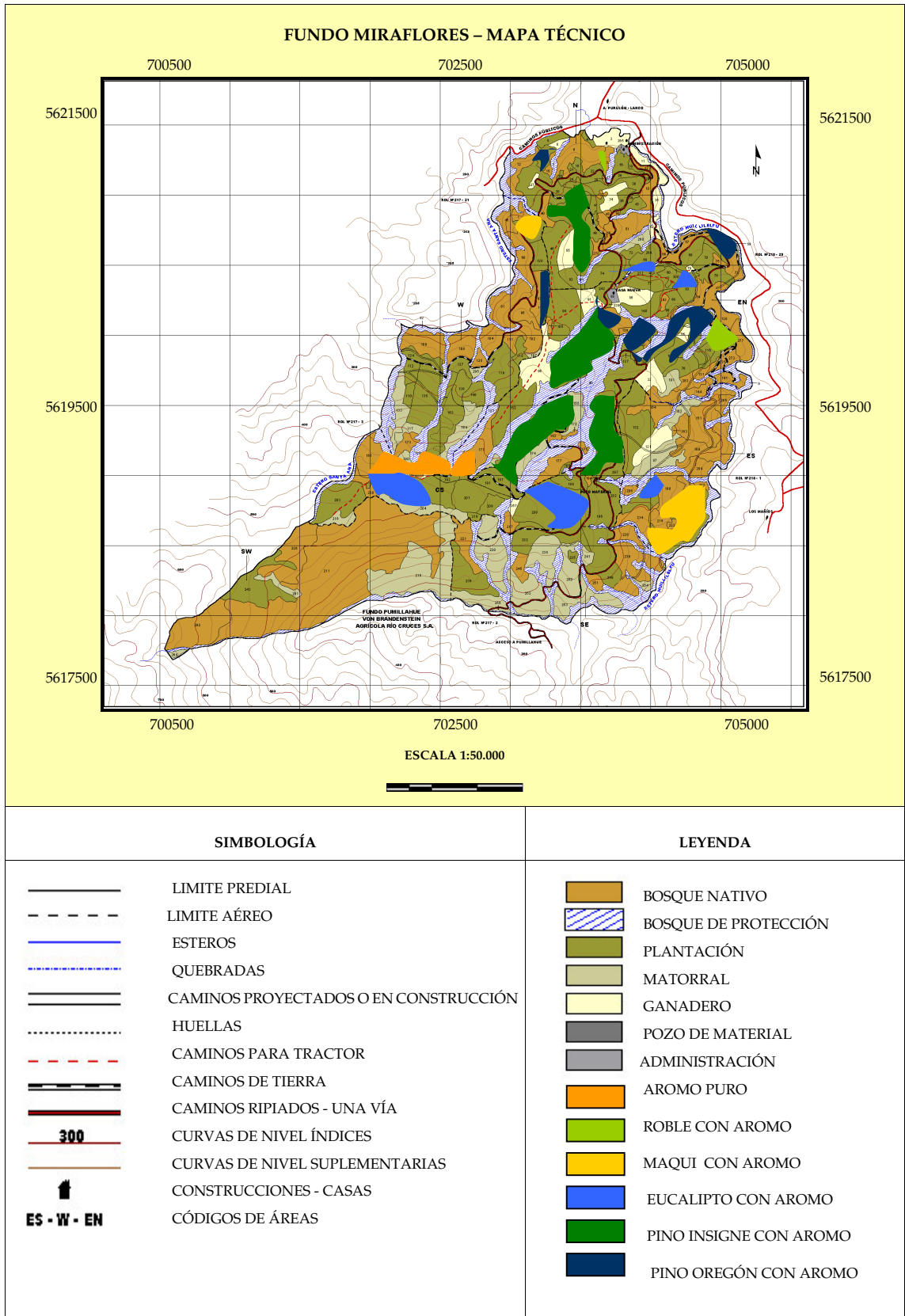
Diagnóstico y Protección escala 1:10.000, proporcionado por el Fundo en conjunto con una base de datos que contiene la siguiente información:

Información de los rodales

- Identificación del rodal
- Especies participantes
- Superficie
- Año de plantación
- Densidad de plantación
- Exposición, pendiente, altitud, suelo

Lo anterior permitió seleccionar cinco diferentes situaciones de *Acacia melanoxylon* asociada con otras especies, tanto nativas como exóticas, y una sexta situación, en forma pura. De esta forma, se abarca prácticamente a todo el espectro de experiencias en las que se encuentra establecido Aromo en Chile.

Una vez identificadas las diferentes asociaciones, se seleccionaron los rodales completamente al azar (figura 7). Estos presentan iguales condiciones edafoclimáticas, con sitios similares (protegidos y de ladera sombría, el ambiente es fresco y templado, con suelos profundos, de pendiente y altitud equivalente), lo que permite realizar comparaciones entre ellos.



Fuente: Siebert (2004).

FIGURA 7. Ubicación de los rodales seleccionados por asociación en el área de estudio.

Bajo el término de “ladera sombría” se entienden las pendientes expuestas desde el Sur, Sureste hasta el Este, mientras que las laderas asoleadas son los que dan al Norte, Noroeste y Oeste. Este concepto, según Wienstroer, M.; Siebert, H. y Müller-Using, B. (2003), se basa en las particularidades meteorológicas que se encuentran en Chile alrededor de los 40° de Latitud Sur, donde el promedio de horas con sol es generalmente más corto en las mañanas, es decir, con la posición Este del sol, y bastante más largo en las tardes, es decir, con la posición Oeste del sol. Este efecto es aún más pronunciado en la precordillera y cordillera que en el valle central, y se suma a este fenómeno el efecto de la sombra orográfica generada por la cordillera de los Andes al levantarse el sol.

3.2.2 Esquema de muestreo

Las mediciones se realizaron en rodales puros de *A. melanoxylon* y mixtos de *A. melanoxylon* con la especie acompañante correspondiente a la asociación.

En los rodales mixtos ambas especies crecen alternadas hilera por medio y en cada rodal muestreado se evaluaron árboles seguidos en las hileras puras de *A. melanoxylon*. Se consideró árboles de DAP¹⁵ igual ó mayor a 5 cm; no se incluyó los árboles de borde del rodal. Las figuras 8 y 9 ejemplifican el tipo de muestreo a escala individual realizado en la hilera monoespecífica de Aromo –rodales mixtos-, e hilera por medio –rodales puros-.

¹⁵ Diámetro a la altura de pecho; 1,3 m medido desde el suelo.

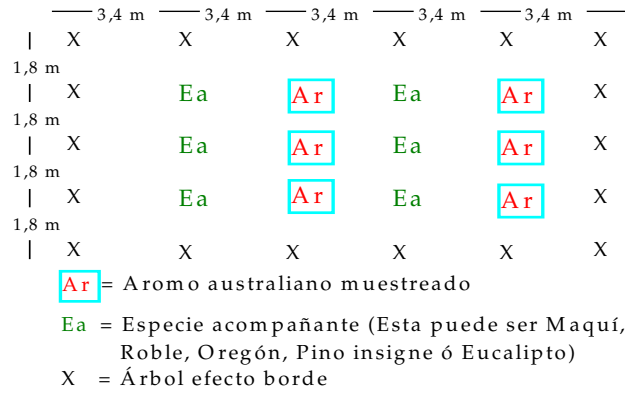


FIGURA 8. Esquema de muestreo en plantación mixta de Aromo australiano con especies acompañantes.

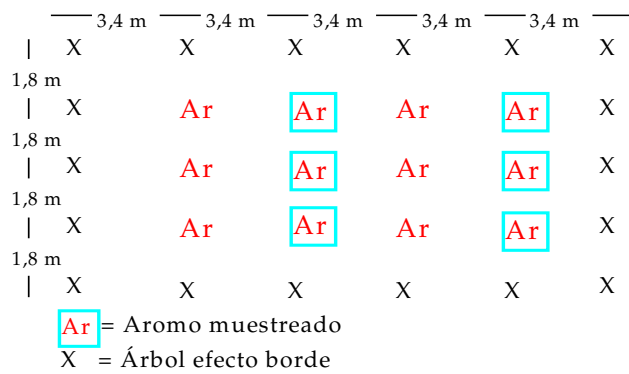


FIGURA 9. Esquema de muestreo en plantación pura de Aromo australiano (BW).

El programa de medición y evaluación sumó 6.832 objetos de medición para las asociaciones en su conjunto. El cuadro 2 indica los antecedentes de las asociaciones y rodales muestreados, incluyendo: Superficie, año de plantación, edad al momento de la evaluación y número de árboles muestreados.

CUADRO 2. Antecedentes de las asociaciones y rodales evaluados

Número Asociación	Especies	Rodal	Sup (ha)	Año Plant.	Edad (años)	Arboles Muestreados
1	Aromo - Roble	248	0,8	1988	14	200
	Aromo - Roble	136	0,7	1987	15	163
Subtotal						363
2	Aromo - Maqui	426	9,0	1988	14	600
	Aromo - Maqui	802	2,5	1990	12	400
	Aromo - Maqui	Dollínco	8,0	1988	14	518
Subtotal						1.518
3	Aromo - Pino insigne	320	10,5	1986	16	136
	Aromo - Pino insigne	116	8,0	1986	16	400
	Aromo - Pino insigne	310	10,5	1986	16	250
	Aromo - Pino insigne	304	8,0	1986	16	377
Subtotal						1.163
4	Aromo - Pino oregón	242	4,0	1988	14	260
	Aromo - Pino oregón	212	1,0	1987	15	152
	Aromo - Pino oregón	216	2,4	1987	15	175
	Aromo - Pino oregón	810	1,8	1988	14	244
	Aromo - Pino oregón	106	1,5	1987	15	208
	Aromo - Pino oregón	234	2,5	1987	15	250
Subtotal						1.289
5	Aromo - Eucalipto	620	9,0	1986	16	220
	Aromo - Eucalipto	612	7,5	1992	10	400
	Aromo - Eucalipto	418	7,5	1992	10	249
	Aromo - Eucalipto	224	2,0	1987	15	167
	Aromo - Eucalipto	206	1,8	1987	15	274
Subtotal						1.310
6	Aromo australiano puro	610	2,5	1985	17	1.189
Subtotal						1.189
Total						6.832

Fuente: Fundo Miraflores (2002).

3.2.3 Tipo de variables medidas

En el muestreo de cada asociación se registró variables de tipo:

- *Cuantitativa*: Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) de todos los individuos medidos con forcípula, y número de bifurcaciones apicales dominantes del fuste.
- *Cualitativa*: Basado en la metodología utilizada por Wienstroer *et al.* (2003), la evaluación cualitativa se hizo con un esquema que abarca tres criterios, a saber: presencia de daños, bifurcaciones y rectitud del fuste. Estos parámetros se calificaron en base de las particularidades que tiene la especie como tal, definiéndose la pauta de clasificación señalada en el cuadro 3.

CUADRO 3. Pauta de evaluación cualitativa de los árboles (*Acacia melanoxylon*) en las diferentes asociaciones

Daño	Rectitud del fuste
1 Sin daño 2 Con daño	1 Recto 2 Ligeramente curvado 3 Curvado en varias dimensiones 4 Fuertemente curvado y/o torcido
Bifurcaciones	
1 Ninguna bifurcación 2 2 ó más bifurcaciones	

Finalmente se agregó cada criterio a una calificación general (cuadro 4), la que desembocó en la determinación de la calidad de los árboles. Estos se denominaron “árboles del futuro ó M” (calidad superior) y otros “no M” (calidad inferior).

CUADRO 4. Criterios para la asignación de calidad según tipo de árbol M y no M

Daño	Bifurcaciones	Rectitud	Tipo de Árbol	Calidad ¹⁶
1	1	1	M	Superior
1 2	2 ó más	1 2 3 4	No M No M No M No M	Inferior

Un árbol M corresponde a un árbol “futuro” o de selección (Schädelin, 1936, citado por Siebert *et al.*, 2003), clasificado de esa manera por que se considera que va a llegar a la “madurez” y será cortado al alcanzar su diámetro objetivo – cosecha- (“Z-Bäume” de Schädelin, 1936, citado por Siebert *et al.*, 2003) debido a sus características: dominancia apical elevada, ausencia de bifurcaciones -una flecha-, fustes lisos de rectitud marcada y ausencia de defectos visibles; además de presentar secundariamente, copas alargadas de ramas finas y diseminadas. De esta manera, un árbol No M es cualquier árbol que no cumple con los requisitos de árbol M (Siebert *et al.*, 2003).

¹⁶ Concepto solamente aclaratorio, ya que el tipo de árbol M ó No M por sí sólo es un indicador de calidad.

3.2.4 Análisis estadístico

Con respecto al efecto que tienen en la calidad de *A. melanoxylon* las diferentes especies vegetales acompañantes (tipo de asociación), este estudio se basó en el análisis de la participación en porcentaje de árboles M y no M, además del número medio de flechas –caso particular del árbol no M– presente en cada asociación. Siendo implícitamente éstos los indicadores de calidad más relevantes para la definición de calidad comercial del fuste en *Acacia melanoxylon*, silviculturalmente permitió evaluar el potencial de los rodales para producir fustes valiosos; complementado con los análisis de los Incrementos anuales del DAP medio de los árboles M y no M, que entregaron antecedentes sobre el crecimiento.

El diseño estadístico utilizado corresponde a un modelo general lineal unifactorial completamente aleatorizado, donde para cada caso las diferentes asociaciones de especies (6) corresponden al factor o tratamiento. Como factor se define la variable potencialmente influyente en la variabilidad de la respuesta que es: Porcentaje de árboles M, Incremento anual medio del Dap de los árboles M, Porcentaje de árboles no M, Incremento anual medio del Dap de los árboles no M y Número medio de flechas de árboles no M.

Se aplicó el procedimiento general de comparación múltiple y dispersión de medias de tratamiento (“asociación”). El primero, con el objetivo de determinar cuáles medias de la variable de interés presentan diferencias significativas con respecto a las demás. Este procedimiento implica estimar la diferencia existente entre cada par de medias para cada nivel de tratamiento, con un nivel de confianza del 99%. El método comúnmente usado para discriminar entre las medias de tratamiento es el "procedimiento de mínimas

diferencias significativas de Fisher", conocido como LSD. Por otro lado, a través de la dispersión de la media de los datos por tratamiento ("asociación"), se puede observar el rango que presentan los datos y sus principales tendencias.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados se estructuran en función de los objetivos planteados para el estudio y, por lo tanto, de los análisis efectuados para las variables principales.

4.1 Análisis del Porcentaje de árboles M o de selección

El cuadro 5 presenta los distintos niveles del factor Asociación para la variable Porcentaje medio de árboles M y los resultados de la prueba LSD (diferencia mínima significativa) al comparar las diferencias entre cada par de promedios.

CUADRO 5. Resumen estadístico para la variable Porcentaje medio de árboles M.

Asociación	Nº rodales muestreados	Nº árboles muestreados	Nº árboles M	% Medio de árboles M	Comparación Múltiple* (LSD)
Aromo puro	1	1.189	65	5,47	a
Aromo - Eucalipto	5	1.310	211	16,11	a
Aromo - Pino insigne	4	1.163	319	27,46	ab
Aromo - Pino oregón	6	1.289	373	28,97	ab
Aromo - Roble	2	363	171	46,99	bc
Aromo - Maquí	3	1.518	922	60,71	c
Total	21	6.832	2.060	30,15	

* a, b, c: Los valores acompañados por igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas para un 99% de confianza.

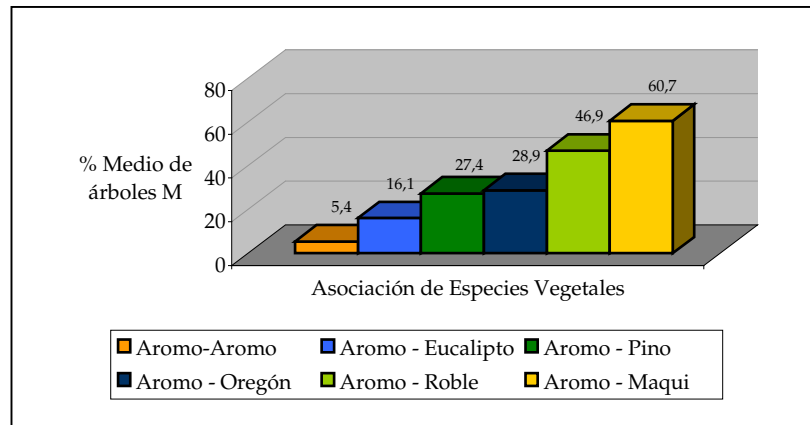


FIGURA 10. Gráfica de medias de la participación en porcentaje de árboles M en cada asociación.

Al apreciar los datos, se observó una mayor participación de árboles M en la asociación Aromo australiano (**BW**) - Maqui, con una media de 60,7%; siendo esta muy superior al porcentaje obtenido en la plantación pura de Aromo (5,4%). Los resultados en porcentaje medio de árboles M al tipo de asociación presente, según la gráfica de medias (figura 10), decrecen en el siguiente orden: Aromo con Maqui (60,7%), Aromo con Roble (46,9%), Aromo con Pino oregón (28,9%), Aromo con Pino insignie (27,4%), Aromo con Eucalipto (16,1%) y finalmente Aromo en forma pura (5,4%).

El factor Asociación tiene un efecto significativo en forma individual sobre la variable Porcentaje Medio de Árboles M con valores de probabilidad inferiores a 0,01 (ANEXO 1).

De acuerdo con los resultados (cuadro 5) de la prueba LSD no existen diferencias significativas entre las respuestas a los tratamientos Aromo puro y Eucalipto, formando éstos un grupo homogéneo que se diferencia estadísticamente de las respuestas obtenidas con las especies acompañantes Roble y Maqui, principalmente. Existe un grupo intermedio correspondiente a los tratamientos conformados por las coníferas Pino insigne y Pino oregón.

En general, la diferenciación entre estos grupos homogéneos Aromo puro – Eucalipto y Roble – Maqui, confirma lo descrito por otros autores (Sthele (1996) y Siebert *et al.* (2003)), quienes, mencionan una marcada diferencia en la calidad fustal de Aromo cuando crece en bosques nativos, y cuando crece fuera de ellos en condiciones de plantación abierta.

Estos resultados reafirman las observaciones del Dr. Enrico Buresti¹⁷ tras su visita a Chile (año 2000), el cual describe particularmente al Maqui (60,7% de árboles M de Aromo ó **BW**) como un arbusto nativo que históricamente ha constituido un problema en las plantaciones tradicionales. Pero que aplicando un tipo de técnica distinta e incorporándolo dentro de la plantación, mejora sensiblemente la forma y el vigor del árbol principal; según el Dr. Buresti el efecto de este arbusto es condicionar la arquitectura del Aromo en su etapa inicial, la que se mantiene una vez que el árbol supera la altura del arbusto, manteniéndose durante toda su vida; esta influencia es a nivel radicular, bioquímico, no siendo sólo mecánica. Este arbusto conforma un estrato intermedio que protege el fuste; adelanta y mejora la poda natural y permite la formación de madera fina¹⁸.

¹⁷ Loewe, V. 2004. Comunicación personal.

¹⁸ Siebert, H. 2004. Comunicación personal.

Según Sthele (1996), la calidad puede ser bastante variable, dependiendo en parte de la información genética, y principalmente del metabolismo del árbol, el que a su vez es gobernado por factores ambientales que definen su estrategia de crecimiento. Los fustes de buena calidad, se producen mayoritariamente con una estrategia SP (con individuos que exhiben una acentuada tolerancia a la sombra y puede sobrevivir largos períodos de supresión por vegetación densa y de altura, frenando el crecimiento inicial, para luego en condiciones favorables desarrollarse y finalmente alcanzar dimensiones considerablemente superiores). Esta situación es ratificada por Siebert *et al.*, (1994), quién considera a *Acacia melanoxylon* como una especie semitolerante y no-pionera si se quiere conseguir resultados satisfactorios en cuanto a calidad fustal.

De esta manera, en los tratamientos Maquí y Roble, estas especies desarrollan una zona de influencia competitiva para el Aromo. Definida como un área sobre la cual el Aromo compite por los factores del sitio (Opie, 1968, citado por Hernández, 2003), puede ser representada por un círculo de influencia o zona alrededor del árbol cuyo radio es función del tamaño del árbol y que el estrés es una función del grado por la cual su zona de influencia es traslapada por los árboles o arbustos vecinos (Daniels, 1976; Avery y Burkthart, 1994, citado por Hernández, 2003).

Según Nicholas y Brown (2002), como respuesta al obscurecimiento producto de la cobertura de las especies vegetales protectoras, *A. melanoxylon* tardaría la transición del follaje juvenil (fotosintéticamente más activo) al phylloides (pecíolo ensanchado, fotosintéticamente menos activo), siendo el crecimiento juvenil vigoroso y controlado principalmente en altura, transformando los potenciales árboles "lobo" en árboles M (Siebert, *et al.*, 2003). Luego,

superada la altura de la especie protectora, Aromo se vuelve menos tolerante a la sombra, desarrolla su copa y su crecimiento aumenta, manteniendo la arquitectura de un árbol de fuste recto, monopódico y de copa viva alargada¹⁹.

En relación con la observación de las diferencias encontradas entre las respuestas a la especie acompañante Aromo puro, Eucalipto, Pino insigne y Pino oregón, y aunque no existe evidencia estadísticamente concluyente para decir que presentan diferencias significativas entre estos tratamientos, se detectó el efecto sobre el aumento en porcentaje medio de árboles M al considerar los tratamientos conformados por las coníferas como un grupo intermedio entre Aromo puro – Eucalipto y Aromo con Roble (cuadro 5).

Esta situación según Siebert *et al.* (2003), se explicaría por que en una plantación establecida a campo abierto el árbol se desarrolla a plena luz, provocando una gran cantidad de árboles lobo de muy mala forma; ocurriendo lo mencionado por Loewe y Siebert (2002), donde este porcentaje de árboles de fustes valiosos varía dependiendo del tipo de especie acompañante. Es así, que los tratamientos con coníferas (Pino insigne (27,4%) – Pino oregón (28,9%)), y a diferencia de Eucalipto (16,1%) – Aromo puro (5,4%), provocan un efecto de tipo mecánico y de semisombra lateral sobre el fuste de Aromo (Nicholas y Brown, 2002), originando mejor poda natural y un mayor porcentaje de árboles M, necesarios para el mercado de maderas valiosas.

¹⁹ Siebert, H. 2002. Comunicación personal.

4.2 Análisis del Incremento anual del DAP medio de los árboles M

El cuadro 6 presenta los distintos niveles del factor Asociación para la variable Incremento anual medio del Dap y los resultados de la prueba LSD al comparar las diferencias entre cada par de promedios.

CUADRO 6. Resumen estadístico para la variable Incremento anual del DAP medio de árboles M

Asociaciones	Nº rodales muestreados	Nº árboles muestreados	Nº árboles M	% Medio de árboles M	Incremento anual DAP medio árboles M	Comparación Múltiple (LSD)
Aromo puro	1	1.189	65	5,47	0,64	a
Aromo – Eucalipto	5	1.310	211	16,11	1,04	a
Aromo – Pino insigne	4	1.163	319	27,46	1,19	a
Aromo – Pino oregón	6	1.289	373	28,97	1,01	a
Aromo – Roble	2	363	171	46,99	0,99	a
Aromo – Maquí	3	1.518	922	60,71	1,17	a
Total	21	6.832	2.060	30,15	1,05	

* a, b, c: Los valores acompañados por igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas para un 99% de confianza.

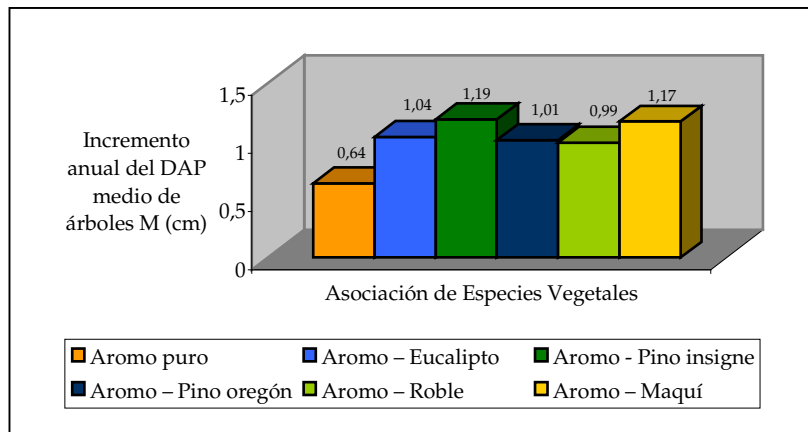


FIGURA 11. Gráfica de medias del Incremento anual del DAP medio de árboles M en cada asociación.

La variable Incremento anual del DAP medio de los árboles M en respuesta al tipo de asociación presente, según la gráfica de medias (figura 11), que mostró los mejores resultados es Aromo australiano con Pino insigne, con un incremento anual del DAP medio de los árboles M, de 1,19 cm, seguido por Aromo con Maquí (1,17 cm), Aromo con Eucalipto (1,04 cm), Aromo con Pino oregón (1,01 cm) y Aromo con Roble (0,99 cm). Respecto a la asociación que presentó el menor Incremento anual del DAP medio de árboles M fue la plantación pura de Aromo, con 0,64 cm.

Sin embargo, el factor Asociación no tiene un efecto significativo en forma individual sobre la variable Porcentaje Medio de Árboles M con valores de probabilidad superiores a 0,01 (ANEXO 2).

De acuerdo con los resultados (cuadro 6) de la prueba LSD no existen diferencias significativas entre las respuestas a los diferentes tratamientos.

Según Forestry Comision of Tasmania (1981) y CSIRO (1993), el crecimiento común de esta especie en el norte de Tasmania es de 0,7 a 1,0 cm anual en diámetro, estimándose que con una rotación de 70 años y 200 árboles por hectárea con un diámetro medio de 50 cm, es posible obtener 400 m³/ha.

En relación con la gráfica de medias (figura 11), este diámetro se podría alcanzar para los árboles M, a los 42 años en asociación con Pino insigne, a los 43 años con Maqui, a los 48 años con Eucalipto, a los 50 años con Pino oregón, a los 51 con Roble, y por último, a los 78 años si es establecido en forma pura.

Esta situación debe ser evaluada, debido a que el valor de su madera está más relacionado con la calidad de la madera, proporción de duramen y el color que éste tenga, que con el diámetro del trozo (Sthele, citado por Loewe *et al.*, 1998). De acuerdo a esto, se estima que en Chile su cosecha debería estar en el rango de 30 a 40 años, con 200 árboles/ha en plantaciones mixtas (Siebert y Cerda, 1994).

4.3 Análisis del Porcentaje de árboles no M

El cuadro 7 presenta los distintos niveles del factor Asociación para la variable Porcentaje medio de árboles no M y los resultados de la prueba LSD al comparar las diferencias entre cada par de promedios.

CUADRO 7. Resumen estadístico para la variable Porcentaje medio de árboles no M en cada asociación de especies vegetales

Asociaciones	Nº rodales muestreados	Nº árboles muestreados	Nº árboles no M	% Medio de árboles no M	Comparación Múltiple* (LSD)
Aromo puro	1	1.189	1.124	94,53	c
Aromo - Eucalipto	5	1.310	1.099	83,89	c
Aromo - Pino insigne	4	1.163	844	72,54	bc
Aromo – Pino oregón	6	1.289	916	71,04	bc
Aromo – Roble	2	363	193	53,02	ab
Aromo – Maquí	3	1.518	597	39,29	a
Total	21	6.832	4.773		

* a, b, c: Los valores acompañados por igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas para un 99% de confianza.

De acuerdo con los resultados (cuadro 7) de la prueba LSD no existen diferencias significativas entre las respuestas a los tratamientos Roble y Maquí, formando éstos un grupo homogéneo que se diferencia estadísticamente de las respuestas obtenidas con Aromo puro y Eucalipto.

El factor Asociación tiene un efecto significativo en forma individual sobre la variable Porcentaje medio de árboles no M, con valores de probabilidad inferiores a 0,01 (ANEXO 3).

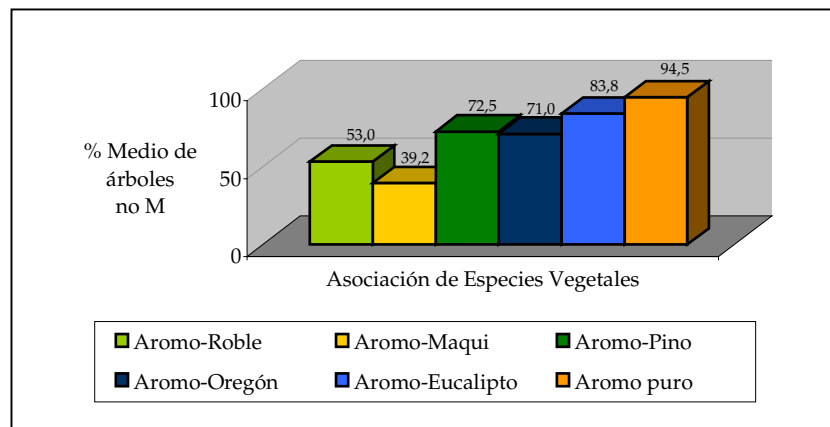


FIGURA 12. Gráfica de medias del Porcentaje medio de árboles no M en cada asociación.

De la gráfica de medias (figura 12) y el resumen estadístico (cuadro 7), se infiere que las situaciones que presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple (LSD) son Aromo puro y Maqui. De esta manera, el tratamiento que mostró el mayor porcentaje de árboles no M (94,5%) corresponde a la plantación pura de Aromo. Esta respuesta es similar a la obtenida por Siebert *et al.* (2003) en plantaciones puras, donde determinaron que sobre un 95% de los árboles corresponden a árboles no M.

Por otra parte, se observa que el tratamiento con Maqui presentó el menor porcentaje de árboles no M, equivalente a un 39,2%.

Para obtener un producto de elevada calidad y valor, el porcentaje medio de árboles no M debería minimizarse. De acuerdo a esta consideración, y a los resultados obtenidos, *A. melanoxylon* presenta serias dificultades al ser establecida sobre superficies descubiertas y en plantaciones puras (Sthele, 1996).

Esto se explicaría por la forma de crecimiento juvenil que asume Aromo (**BW**) en cada asociación. Al crecer puro, y sin el resguardo de una especie acompañante, el Aromo recibe más luz, el crecimiento de fase juvenil es explosivo, y puede continuar sin interrupción durante el primer verano, permitiendo que en sitios ideales crezca más de 3 metros en el primer año (Nicholas y Brown, 2002). Luego, no tarda la pérdida de dominancia apical, se desarrollan grandes ramas a baja altura y por lo tanto, conforma su copa a corta edad²⁰. Esto implicaría alcanzar una fase adulta del follaje (exigente en luz), y competencia de copa y de raíces tempranamente, resultando en un árbol adulto de bajo crecimiento y muy bifurcado (Nicholas, I.; Brown, I. 2002).

²⁰ Siebert, H. 2003. Comunicación personal.

4.4 Análisis del Incremento anual del DAP medio de los árboles no M

El cuadro 8 presenta los distintos niveles del factor Asociación para la variable Porcentaje medio de árboles no M y los resultados de la prueba LSD al comparar las diferencias entre cada par de promedios.

CUADRO 8. Resumen estadístico para la variable Incremento anual del DAP medio de árboles no M

Asociaciones	N° rodales muestreados	N° árboles muestreados	N° árboles no M	% Medio de árboles no M	Incremento Medio del DAP de árboles no M	Comparación Múltiple* (LSD)
Aromo puro	1	1.189	1.124	94,53	0,98	a
Aromo - Eucalipto	5	1.310	1.099	83,89	1,23	a
Aromo - Pino insignne	4	1.163	844	72,54	1,24	a
Aromo – Pino oregón	6	1.289	916	71,04	1,17	a
Aromo – Roble	2	363	193	53,02	1,12	a
Aromo – Maquí	3	1.518	597	39,29	1,27	a
Total	21	6.832	4.773	69,86	1,20	

* a, b, c: Los valores acompañados por igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas para un 99% de confianza.

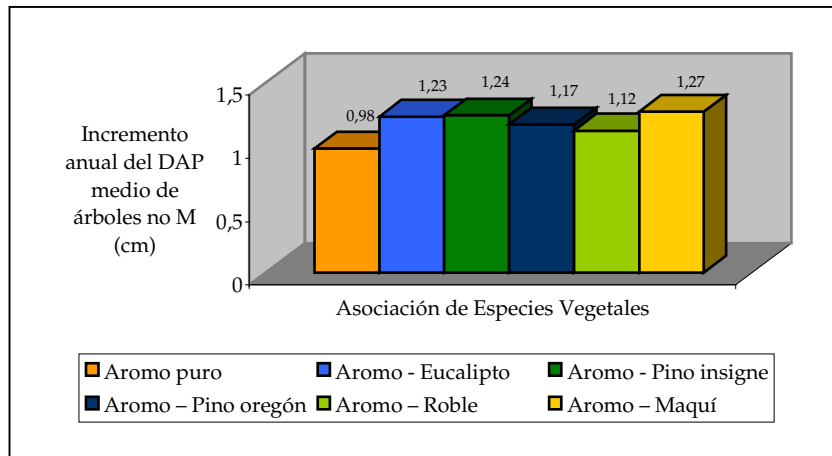


FIGURA 13. Gráfica de medias del Incremento anual del DAP medio de árboles no M en cada asociación.

Al apreciar los datos, se observa que la variable Incremento anual del DAP medio de los árboles no M en respuesta al tipo de especie acompañante, según la gráfica de medias (figura 13), que presenta valores más altos es la asociación de Aromo (**BW**) con Maquí, con un Incremento anual del DAP medio de árboles no M de 1,27 cm. La asociación que presentó el menor incremento anual del DAP medio de árboles no M corresponde a la plantación pura de Aromo con 0,98 cm.

Sin embargo, el factor Asociación no tiene un efecto significativo en forma individual sobre la variable Incremento anual del DAP medio de los árboles no M con valores de probabilidad superiores a 0,01 (ANEXO 4).

Los resultados en Incremento anual del DAP medio de los árboles no M al tipo de asociación presente, según la gráfica de medias (figura 13), decrecen en el siguiente orden: Aromo con Maquí (1,27 cm), Aromo con Pino radiata, con un incremento anual del DAP medio de los árboles M, de 1,24 cm. Seguido por Aromo con Eucalipto (1,23 cm), Aromo con Pino oregón (1,17 cm) y Aromo con Roble (0,12 cm). Respecto a la asociación que presentó el menor Incremento anual del DAP medio de árboles M fue la plantación pura de Aromo, con 0,98 cm.

4.5 Análisis del número de bifurcaciones en árboles no M

El cuadro 9 presenta los distintos niveles del factor Asociación para la variable Número medio de flechas en árboles no M y los resultados de la prueba LSD al comparar las diferencias entre cada par de promedios.

CUADRO 9. Resumen estadístico para la variable número medio de flechas en árboles no M en cada asociación

Asociaciones	Nº rodales muestreados	Nº árboles muestreados	Nº árboles no M	% Medio de árboles no M	Nº Medio Bifurcaciones árboles no M	Comparación Múltiple* (LSD)
Aromo puro	1	1.189	1.124	94,53	2,05	b
Aromo - Eucalipto	5	1.310	1.099	83,89	1,96	b
Aromo - Pino insigne	4	1.163	844	72,54	1,82	ab
Aromo - Pino oregón	6	1.289	916	71,04	1,91	b
Aromo - Roble	2	363	193	53,02	1,75	ab
Aromo - Maquí	3	1.518	597	39,29	1,63	a
Total	21	6.832	4.773	69,86	1,86	

* a, b, c: Los valores acompañados por igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas para un 99% de confianza.

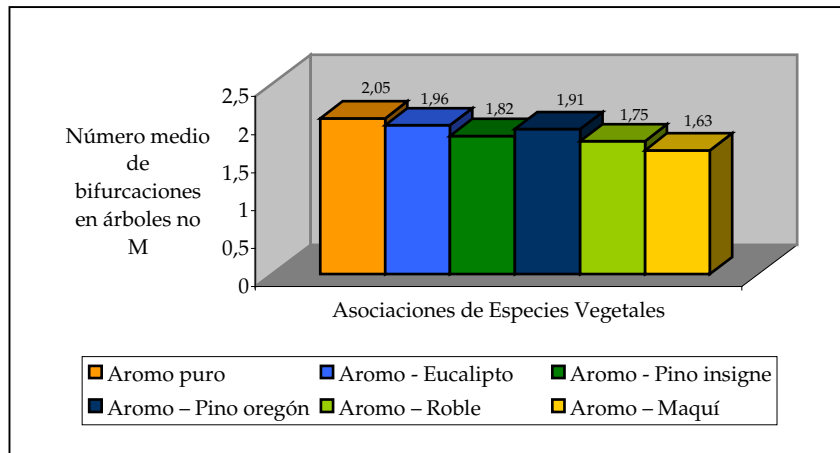


FIGURA 14. Gráfica de medias del Número de bifurcaciones en árboles no M en cada asociación.

De acuerdo con los resultados (cuadro 9) de la prueba LSD (diferencia mínima significativa) no existen diferencias significativas entre las respuestas a los tratamientos Aromo puro, Eucalipto y Pino oregón; formando éstos un grupo homogéneo que se diferencia estadísticamente de las respuestas obtenidas con el tratamiento Maquí, principalmente. Existiendo un grupo intermedio correspondiente a los tratamientos conformados por Pino insigne y Roble.

La diferenciación entre estos grupos homogéneos sigue la tendencia general sobre los beneficios en la calidad fustal de Aromo (**BW**) cuando crece en bosques nativos, y cuando crece fuera de ellos en condiciones de plantación abierta, mencionado por Siebert *et al.* (1995) y Sthele (1996).

El factor Asociación tiene un efecto significativo en forma individual sobre la variable Número de bifurcaciones en árboles no M con valores de probabilidad inferiores a 0,01 (ANEXO 5).

Al observar los resultados de la gráfica de medias (figura 14) y la prueba LSD (cuadro 9), se puede deducir que la situación pura de Aromo presenta el mayor número de bifurcaciones en árboles no M, con 2,05 flechas por árbol. La asociación que presentó el menor número de bifurcaciones en árboles no M corresponde a Aromo con Maqui, con 1,63 flechas por árbol.

Se considera la bifurcación del fuste como el principal problema de esta especie, ya que los individuos bifurcados corren el riesgo de quebrarse con el viento o la nieve y no pueden alcanzar los diámetros necesarios para obtener una mayor participación de duramen, principal característica como madera de alto valor (Siebert *et al.*, 1995; Sthele, 1996; Loewe *et al.*, 1998). De acuerdo a esto se entregan en orden decreciente las respuestas a los distintos tratamientos: Maquí (1,63 flechas), Roble (1,75 flechas), Pino insigne (1,82 flechas), Pino oregón (1,91 flechas), Eucalipto (1,96 flechas), y por último, Aromo puro (2,05 flechas).

Estas respuestas, en general, confirman lo descrito por Siebert *et al.* (2003), donde las diversas asociaciones demuestran una sinergia positiva, por cuanto *A. melanoxylon* disminuye su tendencia a la bifurcación, a diferencia de la plantación pura.

Es interesante notar que el grupo considerado intermedio, Roble – Pino insigne, gusta de sitios similares al de Aromo (**BW**), compitiendo de esta

manera por nutrientes, agua y luz²¹. En el caso particular de Pino insigne, este alcanza alturas parecidas al de *A. melanoxylon* provocando una mayor competencia por luz y una pérdida reiterada de la dominancia apical; donde el tallo se desarrolla como una serie de crecimientos segmentados, interrumpidos por zonas de perturbación (Nicholas y Brown, 2002), por lo que es común observar árboles bifurcados a alturas superiores con muerte natural de uno de los ápices dominantes.

En definitiva, *Acacia melanoxylon*, demostró su gran potencial para producir fustes valiosos al crecer en asociación con otras especies vegetales, lo que se comprobó en base al significativo aumento en la participación de árboles M obtenidos, especialmente con especies nativas como Maqui y Roble. Sin embargo, es función del silvicultor proporcionar condiciones en el medio ambiente que permitan a las nuevas plantas establecerse con ciertas ventajas (Daniels et al., 1982; Cit. por Villarroel, A.; Poblete, F., 1996).

²¹ Siebert, H. 2002. Comunicación personal.

5. CONCLUSIONES

La asociación de especies vegetales tiene un efecto significativo sobre el porcentaje medio de árboles M o de selección. Siendo el mejor resultado la asociación Aromo (**BW**) con Maqui (60,70% de árboles M), seguido en orden decreciente por Aromo – Roble (46,98%), Aromo – Pino oregón (28,96%), Aromo – Pino insigne (27,45%) y Aromo – Eucalipto (16,10%), presentando el menor porcentaje de árboles M la plantación pura de Aromo (5,47%).

Respecto al incremento anual del DAP medio de los árboles M, no tienen diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, la asociación de Aromo con Pino insigne presenta los mejores resultados, con un DAP medio de árboles M de 1,19 cm. Seguido por Aromo - Maqui, Aromo – Eucalipto, Aromo - Pino oregón y Aromo – Roble. La asociación que presentó el menor DAP medio de árboles M también corresponde a la plantación pura de Aromo, con 0,64 cm.

Para obtener un producto de elevada calidad y valor, el porcentaje medio de árboles no M debería minimizarse. El tipo de asociación que mostró el mayor porcentaje de árboles no M (94,53%) corresponde a la plantación pura de Aromo. Por otra parte, se observa que la asociación de Aromo con Maqui presentó el menor porcentaje de árboles no M (39,29%).

La plantación pura de Aromo (**BW**) presenta el mayor número de bifurcaciones en árboles no M, con 2,05 por árbol. La asociación que presentó el menor número de bifurcaciones en árboles no M corresponde a la mezcla de Aromo con Maqui, con 1,63 flechas por árbol.

De las asociaciones evaluadas, destacan las siguientes en orden decreciente de efectividad, considerando la calidad como el criterio discriminante: Aromo – Maqui, Aromo – Roble, Aromo - Pino oregón, Aromo – Pino insigne y Aromo - Eucalipto.

Se debe aprovechar lo que muestra y entrega la naturaleza, y considerar la incorporación de *Aristotelia chilensis* en plantaciones mixtas, como un arbusto nativo que mejora considerablemente el desarrollo, el vigor y la forma de múltiples especies arbóreas principales.

El análisis efectuado permite comprobar que aumenta la calidad de la madera de Aromo australiano ó *Blackwood* al establecerlo en plantaciones mixtas. Las plantaciones puras de la especie presentan valores inferiores de altura y DAP; un porcentaje bajo de árboles con opción de producir madera de calidad; y una considerable proporción de árboles bifurcados.

6. RESUMEN

Este estudio evaluó en el Fundo Miraflores, comuna de Lanco, X Región de Chile, el efecto en el crecimiento y la calidad de Aromo australiano ó *Blackwood* (*Acacia melanoxylon*) al asociarse a diferentes especies, que incluyen Maquí (*Aristotelia chilensis*); Pino insigne (*Pinus radiata*); Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*); Roble (*Nothofagus oblicua*); Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); y por último, Aromo puro. Específicamente se planteó determinar cuál de estas asociaciones presenta un mayor porcentaje de árboles de selección de Aromo que llegará a la madurez (cosecha).

Esto se realizó considerando algunos atributos cualitativos y cuantitativos de árboles individuales en cada asociación, las cuales presentan condiciones similares de sitio pero rangos distintos de edad, los que definen variables potencialmente influyentes, que son: Porcentaje de árboles M, Incremento anual del Dap medio de los árboles M, Porcentaje de árboles no M, Incremento anual del Dap medio de los árboles no M y Número medio de bifurcaciones de árboles no M.

Con este estudio se pudo comprobar que aumenta considerablemente la calidad de Aromo al establecerlo en plantaciones mixtas. Mientras que en plantaciones puras presenta valores inferiores en DAP y un bajo porcentaje de árboles que producirán madera de calidad, y muchos árboles bifurcados.

De esta manera, las asociaciones de mejores resultados en forma decreciente son: Aromo – Maquí (60,71% árboles M; 1,17 incremento DAP), Aromo – Roble (46,99% árboles M; 0,99 incremento DAP), Aromo – Pino oregón

(28,97% árboles M; 1,01 incremento DAP), Aromo – Pino insigne (27,46% árboles M; 1,19 incremento DAP), Aromo – Eucalipto (16,11% árboles M; 1,04 incremento DAP) y, por último, la plantación pura de Aromo australiano (5,47% árboles M; 0,64 incremento DAP).

SUMMARY

This study evaluated in the Miraflores Property in Lanco – Chile, the effect in the growth and in the quality of Blackwood (*Acacia melanoxylon*) when associated to different species, including Maquí (*Aristotelia chilensis*); Radiata pine (*Pinus radiata*), Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*); Roble (*Nothofagus obliqua*); Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*); and finally, Australian blackwood pure. Specifically, the main goal was to determine which of these associations presents a higher percentage of selection Blackwood trees, that will arrive at maturity (harvest).

This was carried out considering some quantitative and qualitative attributes of individual trees in each association, growing on similar site conditions but at different ages. These attributes define potentially influential variables, as: Percentage of M trees, DBH yearly increment of M trees, percentage of not M trees, DBH yearly increment of not M trees, and average number of forks in non M trees.

With this study it was possible to verify that mixed plantations increase considerably the quality of Blackwood timber. While pure plantations present lower DBH values and a reduction in the wood quality, with many forked trees.

In this way, the associations that show best results in decreasing order are: Blackwood – Maqui (60,71% of M trees; 1,17 cm DBH increment), Blackwood – Roble (46,99% M trees; 0,99 cm DBH increment), Blackwood – Douglas fir (28,97% M trees; 1,01 cm DBH increment), Blackwood – Radiata pine (27,46%

M trees; 1,19 cm DBH increment), Blackwood – Eucalyptus (16,11% M trees; 1,04 cm DBH increment), and finally the Blackwood pure plantation (5,47% M trees; 0,64 cm DBH increment).

7. BIBLIOGRAFIA

CERDA, S. J. 1995. Productividad de *Acacia melanoxylon* R.Br. (Aromo australiano) en relación con algunos sitios. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile.

CONAF, 1994. Aromo australiano una Alternativa para la Diversificación de Especies. Dirección VIII Región, Departamento Técnico. Programa Forestación Pequeños Propietarios. Concepción, Chile.

CSIRO. 1993. Seed of Acacia. In: Catalogue of comercial Seeds. 31 p.

DE ZWAAN, J.G.1982. The Silviculture of blakwood (*Acacia melanxylon*). South African Forestry Journal. N° 121: 38-43.

FORESTRY COMMISSION OF TASMANIA. 1981. Blackwood and its management. Tasmania, Goverment Printer. 8 p.

FOREST RESEARCH INSTITUTE. 1982. Australian blackwood (*Acacia melanxylon*). What's new in forest research? Australia. N° 105. 4 p.

GLEASON, C. D. 1986. Tasmanian blackwood; its potencial as a timber species. NZ. Forestry Service. Anual Report: 7-12.

HALL, N. y WOLF, L.J. 1981. Summary of metereological data in Australia. SCIRO. Division report N° 6. 117 p.

HERNANDEZ, M. 2003. Manejo Forestal: Modelos de Simulación de Crecimiento. Documento interno. Escuela de Ciencias Forestales. Universidad Católica de Temuco.

KANNEGIESSER, U. 1989. Antecedentes generales sobre Acacia melanoxylon (Aromo australiano). Ciencia e Investigación Forestal. N° 7: 90-97.

LOEWE M., V.; TORAL I., M.; GT-AROMO; CAMELIO R., M.E.; C.; LOPEZ L., C. 1996. Monografía de Aromo australiano, *Acacia melanoxylon*. Instituto Forestal. Proyecto "Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional". Financiado por CONAF. Santiago. Chile. 58 p.

LOEWE, V.; TORAL, M.; LÓPEZ, C.; URQUIETA, E. y CAMELIO, M.; 1996. Obtención de Zonas potenciales para el establecimiento de Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), VIII – X Región. INFOR – CONAF. Santiago, Chile.

LOEWE M., V.; TORAL I., M.; CAMELIO R., M.E.; C.; LOPEZ L., C.; URQUIETA N., E. 1998. Monografía de Aromo australiano: *Acacia melanoxylon*. CONAF; INFOR; FIA. Santiago. Chile. 83 p.

LOEWE M., V., 2000. Recomendaciones para el Cultivo de Latifoliadas de Alto Valor. Instituto Forestal, Santiago, Chile. 40 p.

LOEWE M., V.; GONZALEZ O., M. 2001. Plantaciones Mixtas, una técnica de innovación productiva apropiada para la producción de maderas valiosas. INFOR - FIA. Santiago, Chile. 32 p.

LOEWE M., V.; CABRERA P., J.; GONZALEZ O., M. 2002. Los Mercados de las especies valiosas. Revista Chile Forestal N° 291: 17-22.

LOEWE M., V.; GONZALEZ O., M. 2002. Técnicas de Poda para Producir Maderas Duras de Alta Calidad y Valor. INFOR - FIA. Santiago, Chile. 60 p.

LOEWE M., V.; GONZALEZ O., M. 2003. Arboricultura para Producción de Madera de Alto Valor. INFOR - FIA. Santiago, Chile. 56 p.

NICHOLAS, I.; BROWN, I. 2002. BLACKWOOD, A Handbook for Growers and Users. Forest Research. Rotorua, New Zealand. 95 p.

SANDOVAL, V., TRINCADO, G., SHLEGEL, F. 1989. Otra forma de diversificar. Chile Forestal N°159: 26-28.

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.

SIEBERT, H.; BAUERLE, P. 1995. Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*) en Plantaciones mixtas. Ciencias Forestales 10 (1-2): 25-36.

SIEBERT, H. 1999. La Silvicultura Alternativa: Un concepto silvícola para el bosque nativo chileno. En: *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*. Ed. Universitaria, Santiago. 381-406.

SIEBERT, H.; LOEWE, V. 2002. Gestione forestale compatibile con l'ambiente. L'esperienza del Cile. *Revista Sherwood* N° 77: 21-24.

SIEBERT, H.; VON EINSIEDEL, S.; FREIN TRUCHSESS, A. 2003. Mejoramiento de la calidad fustal en plantaciones de *Pseudotsuga menziesii* al crecer en asociación con *Acacia melanoxylon*. *Bosque* 24 (3): 75-83.

SONNTAG, A.E. 1970. Some impressions of forestry developments in Australia and New Zealand. *South African Forestry Journal*. N° 74: 1-5.

SHEPPARD, J.S. 1987. New Zealand *Acacia/Albizia* survey 1984/85. Publication Soil Conservation Centre, Aokautere, New Zealand. N° 9. 41 p.

STHELE, T. 1996. Informe de la evaluación del potencial del crecimiento de aramo australiano en Chile para propósitos comerciales (Traducción de Claudia Delard). En Monografía de Aromo australiano, *Acacia melanoxylon*, 1996. Instituto Forestal. Proyecto "Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional". (Anexo IX). Financiado por CONAF. Santiago. Chile.

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.

VILLARROEL M., A.; POBLETE A., F. 1996. Establecimiento de Plantaciones, Tablas de Rendimiento y Costos Operacionales. Universidad de Concepción. Tesis de Grado. Concepción, Chile. 56 p.

WIENSTROER, M.; SIEBERT, H.; MÜLLER-USING, B. 2003. Competencia entre tres especies de *Nothofagus* y *Pseudotsuga menziesii* en plantaciones mixtas jóvenes, establecidas en la precordillera andina de Valdivia. Bosque 24 (3): 17-30.

8. ANEXOS

ANEXO 1: ANDEVA de la variabilidad, Comparación múltiple y dispersión para el Porcentaje de Árboles M.

ANEXO 2: ANDEVA de la variabilidad, Comparación múltiple del Incremento anual del DAP medio y dispersión de árboles M para los distintos factores.

ANEXO 3: ANDEVA de la variabilidad, Comparación múltiple del porcentaje y dispersión de árboles no M para los distintos factores.

ANEXO 4: ANDEVA de la variabilidad, Comparación múltiple del incremento anual del DAP medio y dispersión de árboles no M para los distintos factores.

ANEXO 5: ANDEVA de la variabilidad y Comparación múltiple del número medio de flechas en árboles no M para los distintos factores.

ANEXO 6: Síntesis de resultados para las variables evaluadas por rodal.

ANEXO 7. Fotografías de Aromo (**BW**) en las diferentes asociaciones.

ANEXO 1: Comparación múltiple y dispersión para el Porcentaje de Árboles M

CUADRO 1A. ANDEVA de la variabilidad del porcentaje de árboles M debido al factor Asociación

		SC	GL	CM	Razón F	P-Value
Modelo	4992,85	5	998,571	12,36	0,0001	
Error	1212,2	15	80,8133			
Total	6205,05	20				

Nivel de Confianza: 99%

CUADRO 2A. Porcentaje medio de árboles M para el factor Asociación

Asociación	N	Media	Error Standard	Límite inferior	Límite superior
Total	21	30,7486			
Aromo-Aromo	1	5,47	8,98962	-13,2612	24,2012
Aromo-Eucalipto	5	16,108	4,02028	7,73116	24,4848
Aromo-Pino	4	27,4575	4,49481	18,0919	36,8231
Aromo-Pino oregón	6	28,965	3,67	21,318	36,612
Aromo-Roble	2	46,985	6,35662	33,7401	60,2299
Aromo-Maqui	3	60,7067	5,19016	49,8922	71,5211

CUADRO 3A. Comparación múltiple para el porcentaje de árboles M

Especies	N	Medias(LS)	Grupos homogéneos
Aromo-Aromo	1	5,47	a
Aromo-Eucalipto	5	16,108	a
Aromo-Pino	4	27,4575	ab
Aromo-Pino oregón	6	28,965	ab
Aromo-Roble	2	46,985	bc
Aromo-Maqui	3	60,7067	c

Contraste	Diferencia	+/- Limites
Aromo-Aromo - Arromo-Pino oregón	-23,495	28,6124
Aromo-Aromo - Arromo-Eucalipto	-10,638	29,0182
Aromo-Aromo - Arromo-Maqui	*-55,2367	30,5879
Aromo-Aromo - Arromo-Pino	-21,9875	29,6166
Aromo-Aromo - Arromo-Roble	*-41,515	32,4434
Aromo-Pino oregón - Arromo-Eucalipto	12,857	16,0404
Aromo-Pino oregón - Arromo-Maqui	*-31,7417	18,7312
Aromo-Pino oregón - Arromo-Pino	1,5075	17,0992
Aromo-Pino oregón - Arromo-Roble	-18,02	21,6289
Aromo-Eucalipto - Arromo-Maqui	-44,5987	19,3455
Aromo-Eucalipto - Arromo-Pino	-11,3495	17,77
Aromo-Eucalipto - Arromo-Roble	*-30,877	22,163
Aromo-Maqui - Arromo-Pino	*33,2492	20,232
Aromo-Maqui - Arromo-Roble	13,7217	24,1819
Aromo-Pino - Arromo-Roble	-19,5275	22,9409

* Denota diferencias estadísticamente significativas.

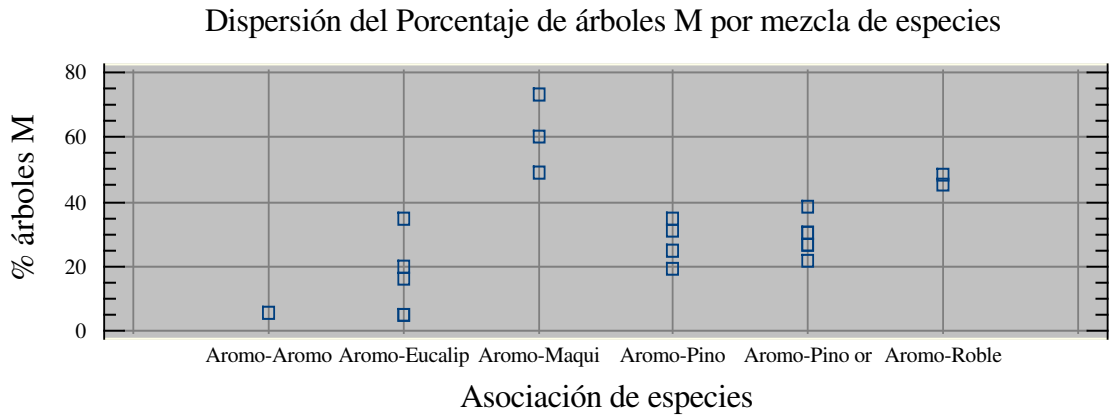


FIGURA 1A. Dispersión del Porcentaje de árboles M por tipo de asociación.

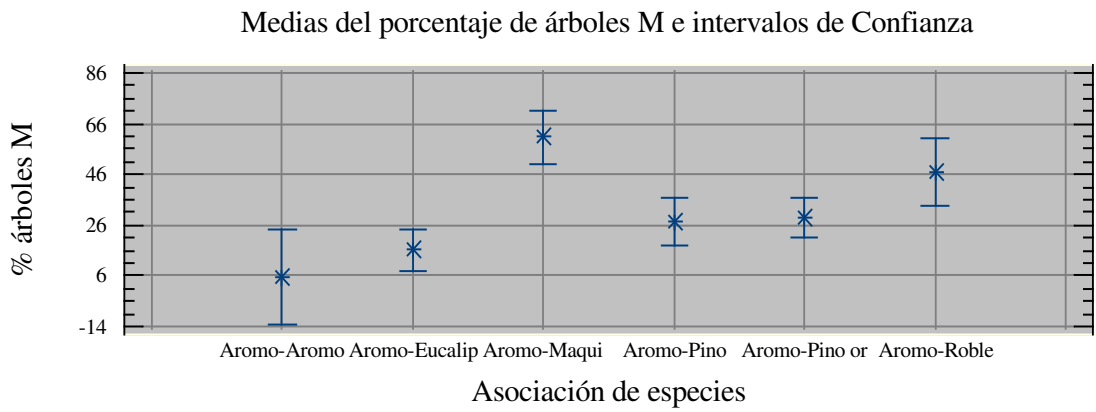


FIGURA 2A. Medias de porcentaje de árboles M y sus respectivos intervalos para cada asociación de especies.

ANEXO 2: Comparación múltiple del Incremento anual del DAP medio y dispersión de árboles M para los distintos factores

CUADRO 4A. ANDEVA de la variabilidad del Incremento anual del DAP medio de árboles M debido al factor

	SC	GL	CM	Razón F	P-Value
Model	0,301237	5	0,0602474	1,17	0,3666
Error	0,76922	15	0,0512813		
Total	1,07046	20			

Nivel de Confianza: 99%

CUADRO 5A. Incremento anual del DAP medio de los árboles M para cada tratamiento

Nivel	N	Media	Error Standard	Límite inferior	Límite superior
Total		21	1,05143		
Aromo-Aromo	1	0,64	0,226454	0,168151	1,11185
Aromo-Roble	2	0,99	0,160127	0,656352	1,32365
Aromo-Eucalipto	5	1,036	0,101273	0,824983	1,24702
Aromo-Pino oregón	6	1,00667	0,0924494	0,814035	1,1993
Aromo-Maqui	3	1,16667	0,130743	0,894244	1,43909
Aromo-Pino	4	1,185	0,113227	0,949075	1,42092

Nivel de Confianza: 99%

CUADRO 6A. Comparación múltiple para el Incremento anual del DAP medio de árboles M

Especies	N	Medias(LS)	Grupos homogéneos
Aromo-Aromo	1	0,64	a
Aromo-Roble	2	0,99	a
Aromo-Pino or	6	1,00667	a
Aromo-Eucalip	5	1,036	a
Aromo-Maqui	3	1,16667	a
Aromo-Pino	4	1,185	a

Contraste	Diferencia	+/- Limites
Aromo-Aromo - Aromo-Eucalip	-0,396	0,730986
Aromo-Aromo - Aromo-Maqui	-0,526667	0,770527
Aromo-Aromo - Aromo-Pino	-0,545	0,74606
Aromo-Aromo - Aromo-Pino or	-0,366667	0,720762
Aromo-Aromo - Aromo-Roble	-0,35	0,817267
Aromo-Eucalip - Aromo-Maqui	-0,130667	0,487324
Aromo-Eucalip - Aromo-Pino	-0,149	0,447636
Aromo-Eucalip - Aromo-Pino or	0,0293333	0,404068
Aromo-Eucalip - Aromo-Roble	0,046	0,5583
Aromo-Maqui - Aromo-Pino	-0,0183333	0,509656
Aromo-Maqui - Aromo-Pino or	0,16	0,471849
Aromo-Maqui - Aromo-Roble	0,176667	0,609155
Aromo-Pino - Aromo-Pino or	0,178333	0,430738
Aromo-Pino - Aromo-Roble	0,195	0,577895
Aromo-Pino or - Aromo-Roble	0,0166667	0,544845

* Denota diferencias estadísticamente significativas.

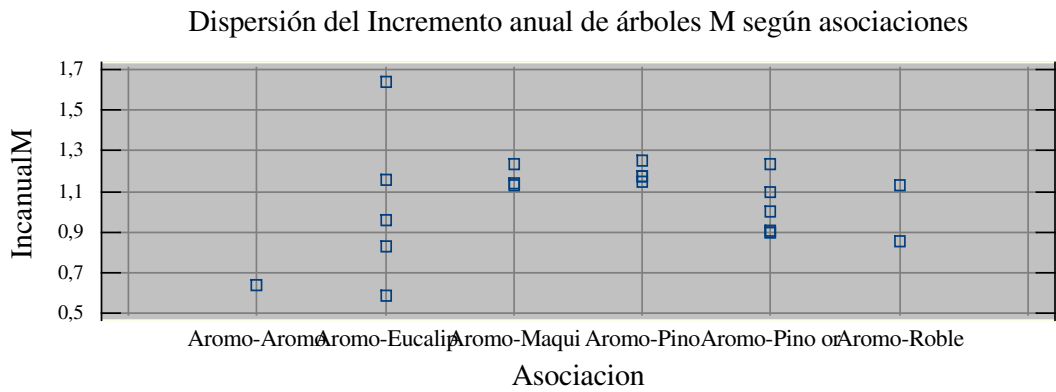


FIGURA 3A. Dispersión del Incremento anual del DAP de árboles M por tipo de asociación de especies.

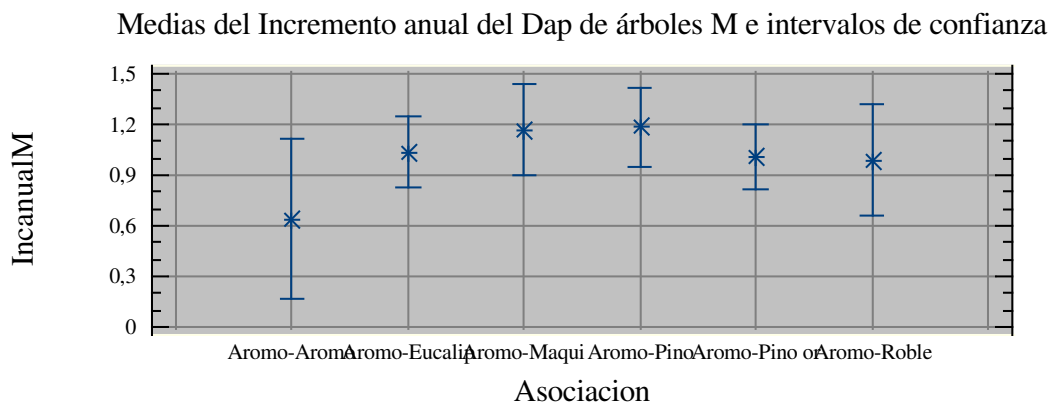


FIGURA 4A. Incremento anual del DAP medio de árboles M y sus respectivos intervalos para cada tipo de asociación de especies.

ANEXO 3: Comparación múltiple del porcentaje y dispersión de árboles no M para los distintos factores

CUADRO 7A. ANDEVA de la variabilidad del Porcentaje de árboles no M debido al factor Especies

		SC	GL	CM	Razón F	P-Value
Modelo	4992,85	5	998,571	12,36	0,0001	
Error	1212,2	15	80,8133			
Total	6205,05	20				

Nivel de Confianza: 99%

CUADRO 8A. Porcentaje de árboles no M para el factor especies

Especies	N	Media	Error Standard	Límite inferior	Límite superior
Total	21	69,2514			
Aromo-Maqui	3	39,2933	5,19016	28,4789	50,1078
Aromo-Roble	2	53,015	6,35662	39,7701	66,2599
Aromo-Pino oregón	6	71,035	3,67	63,388	78,682
Aromo-Pino	4	72,5425	4,49481	63,1769	81,9081
Aromo-Eucalipto	5	83,892	4,02028	75,5152	92,2688
Aromo-Aromo	1	94,53	8,98962	75,7988	113,261

Nivel de Confianza: 99%.

CUADRO 9A. Comparación múltiple para el porcentaje de árboles no M

Especies	N	Medias(LS)	Grupos homogéneos
Aromo-Maqui	3	39,2933	a
Aromo-Roble	2	53,015	ab
Aromo-Pino oregón	6	71,035	bc
Aromo-Pino	4	72,5425	bc
Aromo-Eucalipto	5	83,892	c
Aromo-Aromo	1	94,53	c

Contraste	Diferencia	+/- Limites
Aromo-Aromo - Aromo-Pino oregón	23,495	28,6124
Aromo-Aromo - Aromo-Eucalipto	10,638	29,0182
Aromo-Aromo - Aromo-Maqui	*55,2367	30,5879
Aromo-Aromo - Aromo-Pino	21,9875	29,6166
Aromo-Aromo - Aromo-Roble	*41,515	32,4434
Aromo-Pino oregón - Aromo-Eucalipto	-12,857	16,0404
Aromo-Pino oregón - Aromo-Maqui	*31,7417	18,7312
Aromo-Pino oregón - Aromo-Pino	-1,5075	17,0992
Aromo-Pino oregón - Aromo-Roble	18,02	21,6289
Aromo-Eucalipto - Aromo-Maqui	*44,5987	19,3455
Aromo-Eucalipto - Aromo-Pino	11,3495	17,77
Aromo-Eucalipto - Aromo-Roble	*30,877	22,163
Aromo-Maqui - Aromo-Pino	*-33,2492	20,232
Aromo-Maqui - Aromo-Roble	-13,7217	24,1819
Aromo-Pino - Aromo-Roble	19,5275	22,9409

* Denota diferencias estadísticamente significativas.

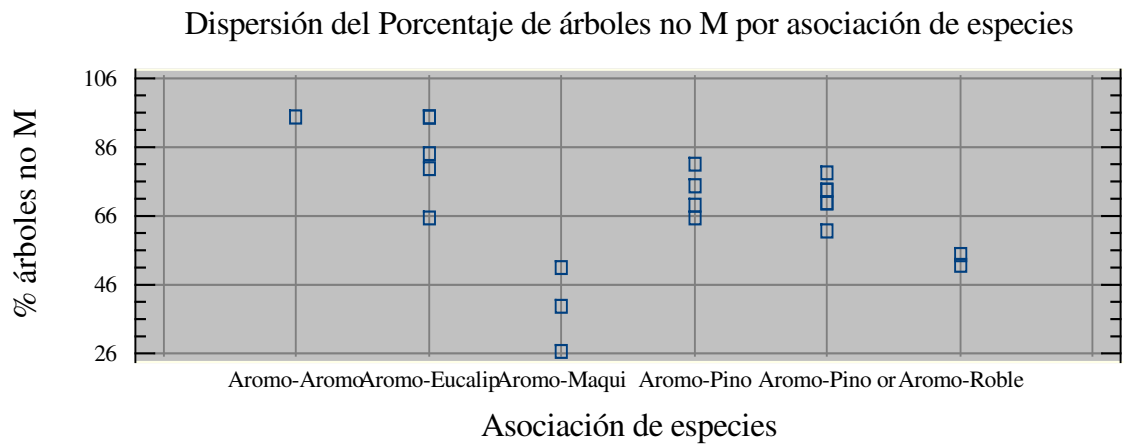


FIGURA 5A. Dispersión del % de árboles no M por tipo de asociación.

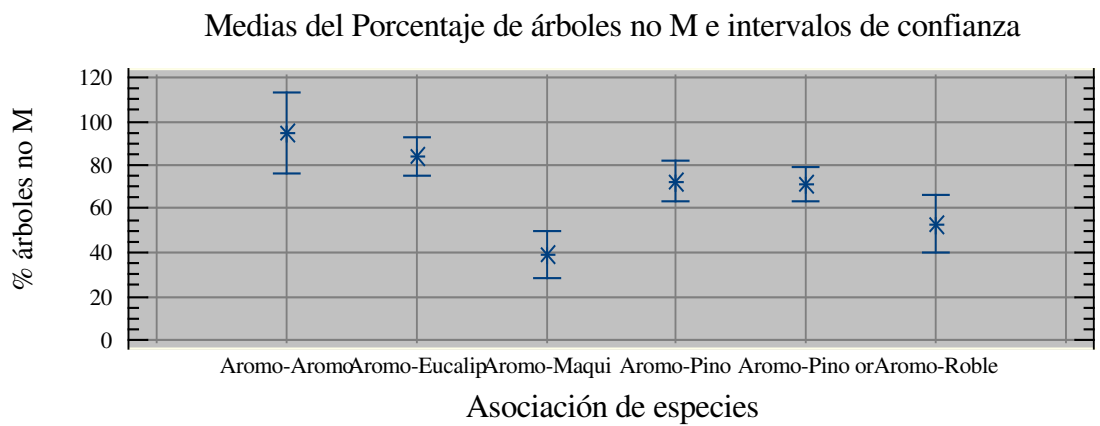


FIGURA 6A. Medias de porcentaje de árboles M y sus respectivos intervalos para cada asociación de especies.

ANEXO 4: Comparación múltiple del incremento anual del DAP medio y dispersión de árboles no M para los distintos factores

CUADRO 10A. ANDEVA de la variabilidad del Incremento anual del DAP de árboles no M debido al factor Especies

	SC	GL	CM	Razón F	P-Value
Model	0,0929705	5	0,0185941	0,69	0,6409
Error	0,406153	15	0,0270769		
Total	0,499124	20			

Nivel de Confianza: 99%

CUADRO 11A. Incremento anual del DAP medio de árboles no M para cada tratamiento

Nivel	N	Media	Error Standard	Límite inferior	Límite superior
Total	21	1,1981			
Aromo-Aromo	1	0,98	0,164551	0,637135	1,32287
Aromo-Roble	2	1,115	0,116355	0,872558	1,35744
Aromo-Pino oregón	6	1,17167	0,0671775	1,03169	1,31164
Aromo-Eucalipto	5	1,234	0,0735893	1,08067	1,38733
Aromo-Pino	4	1,235	0,0822753	1,06357	1,40643
Aromo-Maqui	3	1,27	0,0950033	1,07205	1,46795

Nivel de Confianza: 99%

CUADRO 12A. Comparación múltiple para el Incremento anual del DAP medio de árboles
no M

Especies	N	Medias(LS)	Grupos homogéneos
Aromo-Aromo	1	0,98	a
Aromo-Roble	2	1,115	a
Aromo-Pino or	6	1,17167	a
Aromo-Eucalip	5	1,234	a
Aromo-Pino	4	1,235	a
Aromo-Maqui	3	1,27	a

Contraste	Diferencia	+/- Limites
Aromo-Aromo - Aromo-Eucalip	0,254	0,531164
Aromo-Aromo - Aromo-Maqui	-0,29	0,559896
Aromo-Aromo - Aromo-Pino	-0,255	0,542117
Aromo-Aromo - Aromo-Pino or	-0,191667	0,523735
Aromo-Aromo - Aromo-Roble	-0,135	0,59386
Aromo-Eucalip - Aromo-Maqui	-0,036	0,354109
Aromo-Eucalip - Aromo-Pino	-0,001	0,32527
Aromo-Eucalip - Aromo-Pino or	0,0623333	0,293612
Aromo-Eucalip - Aromo-Roble	0,119	0,405683
Aromo-Maqui - Aromo-Pino	0,035	0,370337
Aromo-Maqui - Aromo-Pino or	0,0983333	0,342865
Aromo-Maqui - Aromo-Roble	0,155	0,442637
Aromo-Pino - Aromo-Pino or	0,0633333	0,312992
Aromo-Pino - Aromo-Roble	0,12	0,419922
Aromo-Pino or - Aromo-Roble	0,0566667	0,395906

* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Dispersión del Incremento anual del Dap de árboles no M según asociaciones

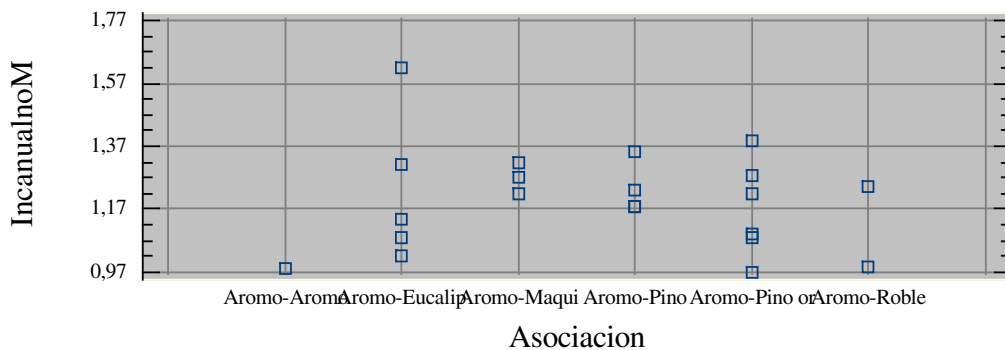


FIGURA 7A. Dispersión del Incremento anual del DAP de árboles no M por tipo de asociación de especies.

Medias del Incremento anual del Dap de árboles no M e intervalos de confianza

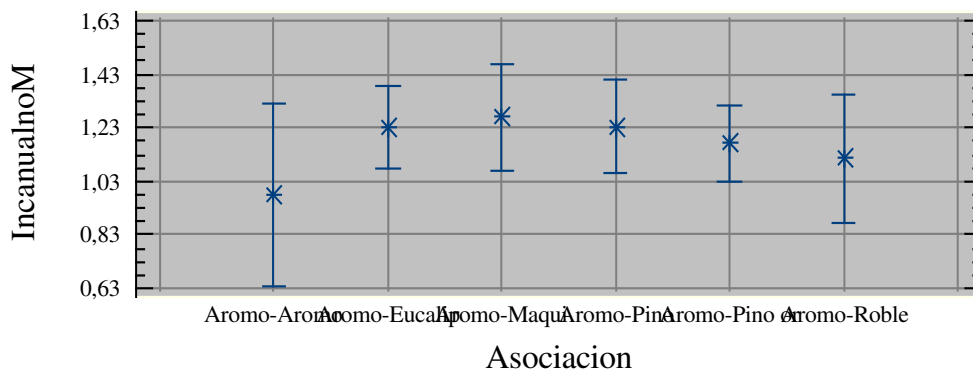


FIGURA 8A. Incremento anual del DAP medio de árboles no M y sus respectivos intervalos para cada tipo de asociación de especies.

ANEXO 5: Comparación múltiple del número medio de flechas en árboles no M para los distintos factores

CUADRO 13A. ANDEVA de la variabilidad del número de flechas presentes en árboles no M debido al factor Especies

	SC	GL	CM	Razón F	P-Value
Model	0,290337	5	0,0580673	7,32	0,0012
Error	0,11893	15	0,00792867		
Total	0,409267	20			

Nivel de Confianza: 99%

CUADRO 14A. Número medio de flechas presentes en árboles no M para cada tratamiento

Nivel	N	Media	Error Standard	Límite inferior	Límite superior
Total	21	1,85667			
Aromo-Maqui	3	1,63333	0,051409	1,52622	1,74045
Aromo-Roble	2	1,75	0,062963	1,61881	1,88119
Aromo-Pino	4	1,815	0,0445215	1,72223	1,90777
Aromo-Pino oregón	6	1,91167	0,0363517	1,83592	1,98741
Aromo-Eucalipto	5	1,962	0,0398213	1,87903	2,04497
Aromo-Aromo	1	2,05	0,0890431	1,86447	2,23553

Nivel de Confianza: 99%

CUADRO 15A. Comparación múltiple para el número medio de flechas presentes en árboles
no M

Especies	N	Medias(LS)	Grupos homogéneos
Aromo-Maqui	3	1,63333	a
Aromo-Roble	2	1,75	ab
Aromo-Pino	4	1,815	ab
Aromo-Pino oregón	6	1,91167	b
Aromo-Eucalipto	5	1,962	b
Aromo-Aromo	1	2,05	b

Contraste	Diferencia	+/- Limites
Aromo-Aromo - Aromo-Pino oregón	0,138333	0,283408
Aromo-Aromo - Aromo-Eucalipto	0,088	0,287428
Aromo-Aromo - Aromo-Maqui	*0,416667	0,302976
Aromo-Aromo - Aromo-Pino	0,235	0,293355
Aromo-Aromo - Aromo-Roble	0,3	0,321355
Aromo-Pino oregón - Aromo-Eucalipto	-0,0503333	0,158882
Aromo-Pino oregón - Aromo-Maqui	*0,278333	0,185534
Aromo-Pino oregón - Aromo-Pino	0,0966667	0,169369
Aromo-Pino oregón - Aromo-Roble	0,161667	0,214236
Aromo-Eucalipto - Aromo-Maqui	*0,328667	0,191619
Aromo-Eucalipto - Aromo-Pino	0,147	0,176013
Aromo-Eucalipto - Aromo-Roble	0,212	0,219527
Aromo-Maqui - Aromo-Pino	-0,181667	0,2004
Aromo-Maqui - Aromo-Roble	-0,116667	0,239524
Aromo-Pino - Aromo-Roble	0,065	0,227232

* Denota diferencias estadísticamente significativas.

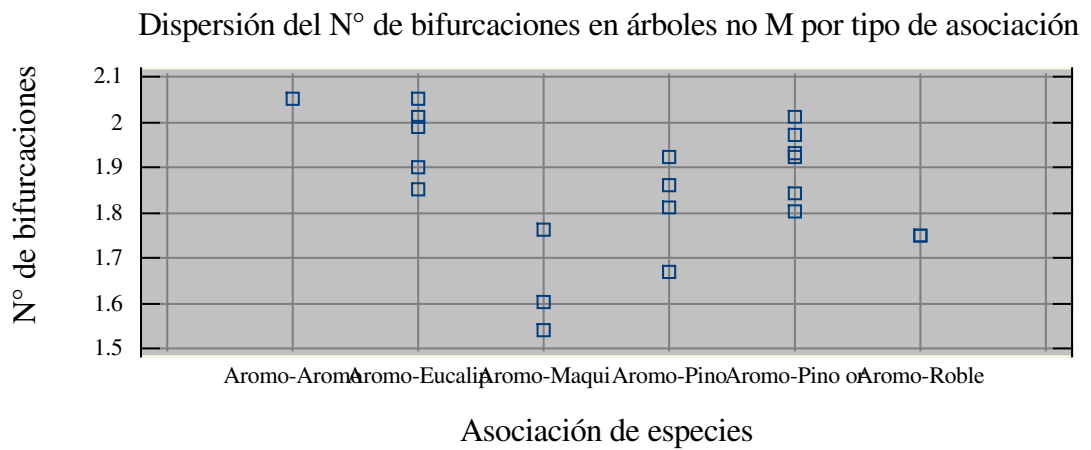


FIGURA 9A. Dispersión del número de flechas en árboles no M por tipo de asociación de especies.

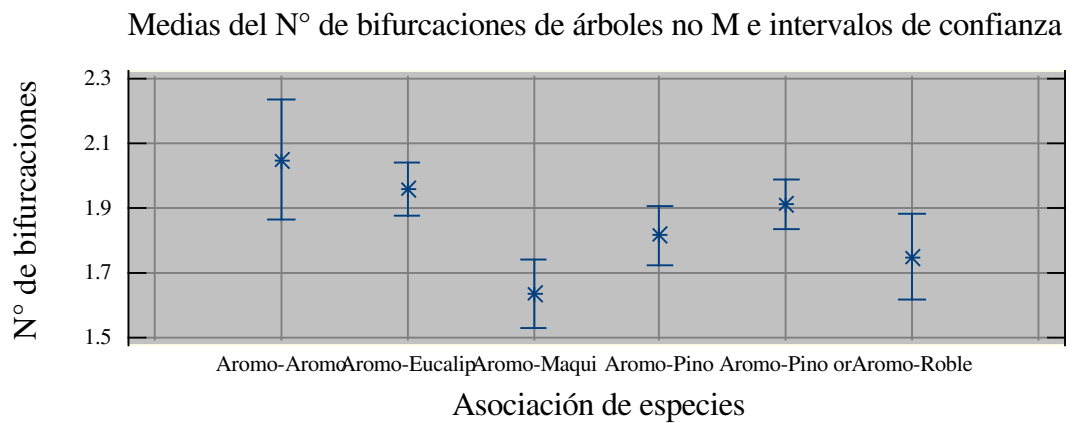


FIGURA 10A. Número medio de flechas presentes en árboles no M y sus respectivos intervalos para cada tipo de asociación de especies.

ANEXO 6. Síntesis de resultados para las variables evaluadas por rodal

CUADRO 16A. Resumen de las variables evaluadas por rodal

N° Mezcla	Especies	Rodal	% M	Inc anual DAP M (cm)	% no M	Inc anual DAP no M (cm)	N° Bifurcación Medias
1	Aromo-Roble	248	45,50	1,13	54,50	1,24	1,75
	Aromo-Roble	136	48,47	0,85	51,53	0,99	1,75
Medias			46,985	0,990	53,015	1,115	1,750
2	Aromo-Maqui	426	73,33	1,23	26,67	1,27	1,54
	Aromo-Maqui	802	48,75	1,14	51,25	1,32	1,76
	Aromo-Maqui	Dollínco	60,04	1,13	39,96	1,22	1,60
Medias			60,707	1,167	39,293	1,270	1,633
3	Aromo-Pino	320	25,00	1,25	75,00	1,35	1,86
	Aromo-Pino	116	19,00	1,17	81,00	1,23	1,81
	Aromo-Pino	310	34,80	1,15	65,20	1,18	1,67
	Aromo-Pino	304	31,03	1,17	68,97	1,18	1,92
Medias			27,458	1,185	72,543	1,235	1,815
4	Aromo-Oregón	242	26,54	1,00	73,46	1,28	2,01
	Aromo-Oregón	212	30,26	0,91	69,74	1,08	1,93
	Aromo-Oregón	216	30,29	1,23	69,71	1,39	1,97
	Aromo-Oregón	810	26,64	0,90	73,36	1,09	1,84
	Aromo-Oregón	106	38,46	1,10	61,54	1,22	1,80
	Aromo-Oregón	234	21,60	0,90	78,40	0,97	1,92
Medias			28,965	1,007	71,035	1,172	1,912
5	Aromo-Eucalipto	620	5,00	0,59	95,00	1,14	2,00
	Aromo-Eucalipto	612	20,00	1,64	80,00	1,62	1,85
	Aromo-Eucalipto	418	34,54	1,16	65,46	1,31	1,90
	Aromo-Eucalipto	224	16,00	0,83	84,00	1,02	2,01
	Aromo-Eucalipto	206	5,00	0,96	95,00	1,08	2,05
Medias			16,108	1,036	83,892	1,234	1,962
6	Aromo puro	610	5,47	0,64	94,53	0,98	2,05
Medias			5,470	0,640	94,530	0,980	2,050

ANEXO 7. Fotografías de Aromo (BW) en las diferentes asociaciones



FIGURA 11A. Asociación Aromo (*Acacia melanoxylon*) con Pino insigne. Obsérvese el fuste recto de un Aromo monopódico. Fundo Miraflores, Lanco, X región, Chile.



FIGURA 12A. Asociación Aromo (BW) con Maqui. Obsérvese la arquitectura de copa favorable. Fundo Miraflores, Lanco, X región, Chile.



FIGURA 13A. Asociación Aromo con Pino oregón. Obsérvese el fuste libre de ramas del **BW**. Fundo Miraflores, Lanco, X región, Chile.



FIGURA 14A. Plantación Aromo puro (**BW** puro). Nótese la bifurcación del eje principal del fuste, típico en este tipo de plantaciones. Fundo Miraflores, Lanco, X región, Chile.

