

PROYECTO FDI 0

283
INFOR
C-4

MASIFICACIÓN Y DESARROLLO DE OPCIONES PRODUCTIVAS
EN BASE A ESPECIES DE ACACIA PROBADAS EN CHILE.



0004268

MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE
Acacia dealbata, *A. mearnsii* y *A. melanoxylon*



INFOR
Instituto Forestal

INSTITUTO FORESTAL
SEDE BIO BIO

Octubre de 2004



GOBIERNO DE CHILE
CORFO



PROYECTO FDI 02C8FD-13
MASIFICACIÓN Y DESARROLLO DE OPCIONES PRODUCTIVAS
EN BASE A ESPECIES DE ACACIA PROBADAS EN CHILE

MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE
Acacia dealbata, *A. mearnsii* y *A. melanoxylon*.

Juan Carlos Pinilla S.
María Paz Molina B.
Braulio Gutiérrez C.

INSTITUTO FORESTAL
SEDE BIO BIO
Octube de 2004



MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE *Acacia dealbata*, *A. mearnsii* y *A. melanoxylon*

MASIFICACIÓN Y DESARROLLO DE OPCIONES
PRODUCTIVAS EN BASE A ESPECIES DE ACACIA PROBADAS EN CHILE.

Propiedad Intelectual
Registro N° 143.584
ISBN: 956-8274-35-9

INSTITUTO FORESTAL
SEDE BIO BIO
Octubre de 2004

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
1. ANTECEDENTES GENERALES SOBRE EL GÉNERO <i>ACACIA</i>	5
2. ANTECEDENTES GENERALES SOBRE VIVERIZACIÓN	6
2.1 Partes de una planta y funciones	7
2.2 La semilla	7
3. PRODUCCION DE PLANTAS DE ACACIA	9
3.1 Aprovisionamiento de semillas	9
4. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS	15
4.1 <i>Acacia melanoxylon</i>	15
4.2 <i>Acacia mearnsii</i>	16
4.3 <i>Acacia dealbata</i>	16
5. PRODUCCIÓN DE PLANTAS A RAÍZ CUBIERTA	17
5.1 Sustrato	17
5.2 Contenedores	19
5.3 Siembra de las semillas	21
5.4 Labores Culturales	21
5.5 Atributos morfológicos que caracterizan la calidad de las plantas	26
6. DESPACHO DE PLANTAS	28
7. RESUMEN REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ACACIA	30
8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS A RAÍZ CUBIERTA DE ACACIAS	31
9. CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33

INTRODUCCIÓN

El interés por generar alternativas de diversificación forestal, derivado de nuevos productos y mercados, riego de negocios, precios y por los problemas fitosanitarios que se están presentando o podrían presentar las especies tradicionalmente cultivadas en nuestro país (*Pinus radiata* y *Eucalyptus spp.*), han conducido a estudios que permitan la incorporación de otras especies al proceso productivo.

A menudo la idea de diversificación forestal se limita al cambio de especies, sin embargo, es un proceso complejo que integra de modo simultáneo la selección de especies, productos, mercados, áreas geográficas y actores sociales, que participan del esfuerzo y negocio de las plantaciones forestales.

En este momento la diversificación apunta en dos direcciones: el estudio de especies de alto valor comercial, dada su escasez en el mercado internacional y por otra parte la búsqueda de especies multipropósito, de modo de integrar la componente forestal en un sistema productivo mayor, la cual puede contribuir a la economía predial a través de varios usos, entre otros: madera para pulpa, madera sólida, leña, miel, frutos, recuperación de suelos, forraje, o integrándose a métodos agroforestales como silvopastoreo, cortinas cortaviento, etc.

De acuerdo con lo anterior, un género promisorio para introducir en Chile, debido a su grado de adaptabilidad edafoclimática, diversidad de productos a obtener y su habilidad para recuperar suelos degradados, es *Acacia*, con sus especies *A. melanoxylon* R. Brown, *A. dealbata* Link y *A. mearnsii* de Wild.

El éxito en el establecimiento de rodales constituidos por las especies antes mencionadas estará determinado en gran medida por la calidad genética de las plantas, las técnicas apropiadas de viverización y las actividades de establecimiento de las plantaciones.

Dentro del marco silvícola e industrial, el conocimiento de los atributos biométricos y de las pautas de manejo adecuadas, incentivaría la forestación de mayores superficies con especies del género *Acacia*, lo que posibilitaría diversificar la oferta de productos forestales contribuyendo a satisfacer, en el mediano plazo, las demandas de madera aserrada, celulosa, extraíbles y leña, entre otros, para los mercados interno y externo.

El presente trabajo entrega criterios generales para la producción de plantas de las especies antes mencionadas, en base a un estudio bibliográfico y según las experiencias obtenidas por el Instituto Forestal (INFOR) en su vivero de la sede Bío-Bío, en el contexto del proyecto INFOR-FDI-CORFO Masificación y Desarrollo de Opciones Productivas en Base a Especies de *Acacia* Probadas en Chile.



1. ANTECEDENTES GENERALES SOBRE EL GÉNERO *ACACIA*

El grupo de las plantas leguminosas está compuesto por más de 18.000 especies entre árboles, arbustos y plantas herbáceas, que al ser cultivadas cumplen variadas funciones, tales como alimentación humana y animal, contribución al mejoramiento de los suelos, a la producción de madera y leña, esencias, gomas y otros usos. Estas especies son importantes en el equilibrio natural, debido a que están asociadas con bacterias que pueden fijar el nitrógeno del aire y convertirlo en compuestos nitrogenados, los que son utilizados por las plantas (Díaz, 1992; citado por Carreño, 1995).

El grupo de las leguminosas comprende tres familias, las que algunos clasifican como subfamilias. Estas son: *Caesalpinaceae*, *Mimosaceae* y *Papilionaceae* o *Fabaceae*.

Dentro de las Leguminosas, subfamilia *Mimosaceae*, destaca el género *Acacia*, el cual agrupa una gran cantidad de especies, desde pequeños arbustos de escasa altura hasta frondosos y altos árboles forestales. Las acacias están presentes en todos los continentes excepto Europa y la Antártica. Se conocen más de mil especies arbóreas y arbustivas, de las cuales alrededor de ochocientas se encuentran en Australia, el resto está en África y América. En general se acepta que el grupo africano está separado taxonómicamente de los otros dos grupos (Bauerle, 1997).

La familia *Mimosaceae* está subdividida en diferentes secciones, que agrupan especies con características morfológicas distintivas. La sección *Botrycephalae* incluye aproximadamente treinta y seis especies del género *Acacia* originarias de Australia; entre sus características destaca la presencia de follaje bipinnado hasta la madurez; a diferencia de las acacias africanas son siempre verdes y no presentan espinas. Todas las especies de esta sección crecen en áreas frías y húmedas del sudeste Australiano, ocupando generalmente el dosel inferior en los bosques de *Eucalyptus*. A esta sección pertenecen, entre otras, *Acacia mearnsii* y *A. dealbata* (Turnbull, 1986; Boland, 1987; citados por Pinilla, 2000).

En Chile, las plantaciones con las especies *Acacia dealbata* y *A. mearnsii* abarcan una superficie aproximada de 1.000 hectáreas (rodales plantados mayores a 4 ha), entre la VII y X Región, mientras que con *A. melanoxylon* esta cifra llegaría a las 4.000 ha (INFOR, 2002; Loewe et al., 2004). Sin embargo, existe una superficie desconocida que está constituida por rodales de estas especies, principalmente *A. melanoxylon* y *A. dealbata*, establecidas en mezcla con otras especies, en cajas de ríos, cortinas cortavientos o masas forestales derivadas de regeneración natural (Pinilla, 2000).

Estas especies se emplean para la producción de pulpa (*A. mangium*, *A. mearnsii* y otras) lo que se traduce en un alto rendimiento de pulpa kraft, bajos requerimientos de productos químicos y buenas propiedades de resistencia del papel. También se emplean como forraje (*A. saligna*); madera aserrada de alta calidad (*A. melanoxylon*); producción de taninos (*A. mearnsii*), etc.; siendo utilizadas con fines productivos en América, África y Asia.

Asociada a su ocurrencia natural, las acacias juegan un papel importante en la conservación de suelos, como fuente de nitrógeno en los ecosistemas forestales (Figura 1) y como especies forrajeras. Además, presentan características radicales que las hacen apropiadas para el control de dunas costeras, para recuperación de laderas erosionadas y suelos devastados. Finalmente, la corteza de la mayoría de las acacias presenta un alto contenido de taninos, que puede superar el 45% de la biomasa de la corteza (Pinilla, 2000).

A nivel nacional se puede mencionar el uso de *Acacia dealbata* en mezcla con *Eucalyptus globulus* para la producción de pulpa y, recientemente, se han obtenido resultados que señalan que *Acacia mearnsii* que crece en Chile presenta adecuadas propiedades para su uso como materia prima para celulosa.¹



Figura 1. Nódulos en raíces de *Acacia* spp.

2. ANTECEDENTES GENERALES SOBRE VIVERIZACIÓN

El objetivo principal de la viverización es la producción de plantas para programas de forestación, arborización y paisajismo, y que estas sean de alta calidad. Se entiende por esto, aquellas que presentan las más elevadas tasas de supervivencia y crecimiento inicial en un sitio determinado. Los factores inherentes a la planta están determinados por sus atributos morfológicos y fisiológicos, los que pueden ser, en cierta medida modificados por el viverista para obtener plantas específicas para condiciones de sitio determinadas.

Los sistemas de producción están definidos por los métodos de producción en vivero, previo a que la planta llega finalmente al lugar de plantación. Se pueden producir plantas a raíz desnuda o en contenedor (raíz cubierta). En cualquiera de los dos casos, la producción puede llevarse a cabo a la intemperie, o bien bajo cubierta (invernadero). El sistema de producción a seleccionar debe ser producto de un análisis biológico, técnico y económico, que asegure la calidad y cantidad de plantas esperadas para que éstas logren una alta tasa de supervivencia y crecimiento inicial, una vez establecidas en terreno.

¹ Pinilla, J. y Hernández, G., 2004. Informe Técnico "Propiedades de la Madera de *Acacia mearnsii* de Wild creciendo en Chile. I. Aptitud pulpable y contenido de extraíbles". (En edición).

Actualmente no se recomienda la producción de plantas de especies del género *Acacia* a raíz desnuda; es un sistema que involucra una mayor utilización de mano de obra para su correcta producción y con el cual no se obtiene la calidad necesaria para asegurar el éxito. Por su parte, los contenedores (plantas a raíz cubierta) permiten ocupar mejor el espacio disponible, facilitan la manipulación, promueve la poda de raíces y, además, optimiza el uso de las semillas y la aplicación de productos (herbicidas, fertilizantes, etc.)

2.1 Partes de una planta y funciones

El sistema aéreo está constituido por: tallo, cuello (que es la base del tallo), hojas y ápice (parte superior que contiene yemas o brotes que darán origen al crecimiento en altura de la planta). Según Perret et al. (2000), la parte aérea de la planta debe cumplir las siguientes funciones: sostén de la planta, metabolismo y nutrición, respiración, transpiración, crecimiento de brotes, floración y producción de semillas.

El sistema radicular por su parte, está formado por las raíces principales y secundarias y debe cumplir con las siguientes funciones: absorción de minerales, absorción de agua, sostén de la planta, anclaje de la planta al suelo y relaciones simbióticas (micorrizas y bacterias).

2.2 La semilla

En este punto es importante hablar de la Calidad Física de las semillas, la cual se refiere a la pureza, el contenido de humedad y la capacidad germinativa de las semillas.

Lo ideal es que las semillas provengan de las mejores Fuentes Semilleras Certificadas y de la mejor Calidad Física con alto porcentaje de germinación, bajos contenidos de humedad y notable pureza.

Con estas condiciones se garantiza plantaciones de excelente forma, rápido crecimiento y rendimiento al turno de cosecha.

Al igual que todo organismo vivo, las semillas respiran, usan energía, envejecen y mueren. Toda semilla viva contiene un embrión vivo y sus respectivas reservas alimenticias. El embrión responde a las condiciones fisiológicas y ambientales. Si la tasa de respiración es alta, utilizará más rápidamente las reservas alimenticias, envejeciendo y perdiendo su viabilidad más rápidamente. Para minimizar la respiración, las semillas se almacenan bajo condiciones de baja temperatura, humedad y oxígeno. Condiciones inversas, generalmente se aplican para promover la germinación.

Se distinguen dos estructuras morfológicas comunes en las semillas (Figura 2):

- a) La cubierta protectora: compuesta generalmente por dos capas, una exterior llamada testa, más durable y una interior conformada por los tegumentos.

- b) El embrión: dará origen a los cotiledones (reserva de alimento en semillas sin endosperma), el hipocotilo (se une debajo de los cotiledones y termina en la radícula), y el epicotilo (se une arriba de los cotiledones y termina en la plúmula).

Un aspecto fundamental de las semillas, que incide en su viverización, es la latencia. Según Barceló (1980), latencia o dormancia es una de las propiedades adaptativas más importante de los vegetales y consiste en la capacidad que presentan las semillas de retener su viabilidad durante períodos prolongados de tiempo interrumpiendo temporalmente su crecimiento o desarrollo, lo que les permite sobrevivir en condiciones adversas. Este concepto es también aplicable a una planta completa o a un determinado órgano vegetal (Wareing and Phillips, 1978).



Figura 2. Representación esquemática de la semilla.

Fuente: INFOR, 2000.

En especies forestales existen tres tipos de latencia:

- Latencia de cubierta: también llamada latencia física o morfológica, es aquella causada por la cubierta de la semilla, la cual puede ser impermeable al agua y/o al oxígeno.
- Latencia embrionaria: llamada latencia interna o fisiológica. Ocurre cuando el embrión de la semilla no ha alcanzado su total madurez, aún cuando el fruto ya maduro se ha desprendido del árbol.
- La combinación de ambas.

En forma natural, la latencia, dependiendo de la especie, se rompe mediante exposición al frío invernal, fluctuaciones de temperatura y humedad, acción de bacterias y hongos, lluvias e incendios u otros agentes químico-mecánicos.

En relación con su propagación, Poeggenpoel (1978), citado por Pinilla (2000), determinó que las especies del género *Acacia* en general rinden entre 60.000 y 88.000 semillas viables por kilo, existiendo una alta variabilidad según sea la especie a considerar. Éstas poseen una cubierta impermeable al agua lo que las hace muy duraderas en el tiempo con poca pérdida de viabilidad. Generalmente presentan latencia de cubierta debido a la dureza de la testa.

3. PRODUCCION DE PLANTAS DE ACACIA

3.1 Aprovechamiento de semillas

Uno de las primeras actividades para iniciar la producción de plantas es abastecerse de semillas en cantidad y calidad apropiadas para los fines productivos.

La semilla puede ser comprada directamente a proveedores confiables, o en su defecto organizar campañas de recolección. En cualquier caso, se debe cautelar que la semilla a utilizar sea de origen conocido y correcto (procedencia) para el lugar donde se realizará la plantación.

Una opción a considerar, en especial frente a la disponibilidad de recursos, es utilizar semillas recolectadas de árboles cercanos al lugar de plantación. De esta manera se producirán plantas mejor adaptadas, que provendrán de "semilla local", es decir, semillas de un área sujeta a influencias climáticas similares.

Sin embargo se recomienda recolectar semillas de árboles seleccionados por algunas características de forma (rectitud, altura, forma), desarrollo de copa, maduros, sanos y vigorosos, evitando la colecta de semilla de individuos aislados, débiles, con presencia de plagas o enfermedades. Para ello generalmente se seleccionan áreas productoras de semillas, selección de árboles plus, o la formación de huertos semilleros.

Ya sea que la semilla se compre o se recolecte, es preciso efectuar en forma previa una determinación de la cantidad de semillas a utilizar para satisfacer el volumen de producción de plantas programado.

La cantidad necesaria de semillas para una producción proyectada de plantas es posible estimarla de acuerdo a la calidad de la semilla, estimación del porcentaje de germinación efectiva y estimación de la pérdida durante la viverización. De acuerdo a lo anterior, Arnold (1996) señala la siguiente fórmula:

$$S = (N_p) / (N_s * f_v * f_{ge} * f_p)$$

en que:

S = cantidad de semilla en kilogramos, necesaria para cubrir la producción de plantas del vivero

N_p = número de plantas a producir

N_s = número de semillas por kilogramo

f_v = factor de viabilidad²

f_{ge} = factor de germinación efectiva³

f_p = factor de pérdida durante la viverización

² Porcentaje de semillas viables en relación al número de semillas por kilo

³ Porcentaje de plántulas emergidas en relación al número de semillas viables por kilo.

Ejemplo:

Número requerido de plantas (Np)	: 250.000
Número de semillas por kg (Ns)	: 125.000
Factor de viabilidad (fv)	: 0,55 (55%)
Factor de germinación efectiva (fge)	: 0,35 (35%)
Factor de pérdida en viverización (fp)	: 0,65 (35% pérdida durante viverización atribuibles a ataque de plagas, manipulación y selección.)

Cantidad de semillas requeridas (S): 15,98 kg.

Idealmente, la semilla debe provenir de fuentes confiables (Áreas Productoras de Semillas, Huertos Semilleros) que logren demostrar ser apropiados para la zona que se pretende forestar. Si no se cuenta con esa información se puede trabajar con semilla local.

Si la semilla a utilizar proviene del exterior, la normativa indicada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) señala que la importación de semilla debe consignar un Certificado Fitosanitario que indique que se aplicó un tratamiento de desinfección con Captan, Thiram u otro fungicida mercurial-orgánico y fumigación con Bromuro de Metilo en dosis de 32 g/m³ de cámara, durante 2,5 horas si la temperatura fluctúa entre 26,7 y 35,6°C en condiciones de presión atmosférica

Junto con lo anterior se debe tener presente que existirán costos por almacenaje, traslados y trámites en Aduana, cuyo valor dependerá del monto de semillas a adquirir. Como referencia se puede mencionar que en Australia las semillas de estas especies se cotiza en un valor aproximado de US\$0,9 a US\$2/g

En el caso que la semilla se recolecte en forma directa, se deben considerar los siguientes aspectos:

3.1.1 Época de recolección

La cosecha de semillas debe realizarse cuando los frutos se encuentran maduros, es decir, entre los meses de febrero y marzo, antes de que éstos se abran, ya que son dehiscentes. La época de maduración varía de acuerdo a las condiciones ambientales y, por ende, de la zona geográfica en la cual se encuentran. El indicador de maduración de frutos y semillas más usado, es el basado en la detección de cambios externos del fruto. Para las especies de Acacia es recomendable observar el cambio de color del fruto, que se torna café en su madurez.

3.1.2 Forma de recolección

La obtención de semillas de las tres especies en estudio se realiza mediante la recolección de vainas, ya sea cortando las ramas de los árboles seleccionados, sacándolas directamente de las copas o, simplemente, colocando una lona en el suelo alrededor del árbol para luego sacudir éste. Las semillas se extraen del fruto pisando o golpeando las vainas acumuladas en mallas o sacos (Figuras 3 y 4). El material recolectado se limpia, separando las semillas de la cubierta del fruto y otras impurezas, y se embala etiquetándolo con la información sobre especie, lugar y fecha de recolección.

3.1.3 Manejo

El manejo de semillas incluye todas aquellas actividades que deben realizarse desde su colecta hasta que éstas se encuentren aptas para la siembra. Estas actividades son: limpieza y secado, clasificación, pruebas de viabilidad y germinación, almacenaje y tratamientos pregerminativos (Figura 5).

3.1.4 Limpieza y secado

La limpieza de semillas tiene por objetivo eliminar todas aquellas impurezas acumuladas durante el proceso de recolección, tales como: hojas, restos de ramas, fragmentos de vainas y semillas en mal estado. Esta operación se realiza mediante un tamiz o harnero o bien en forma manual, hasta lograr semillas totalmente libres de impurezas. Una vez separadas las semillas es recomendable asolearlas para que pierdan humedad, con eso se evita la proliferación de hongos en el almacenamiento. De este modo se asegura que la semilla perdure un año o más.



Figura 3. Escalamiento de árbol Plus de *A. dealbata* para cosecha de semillas (Antiquina, VIII Región)



Figura 4. Cosecha de semilla de *Acacia dealbata* (Antiquina, VIII Región)

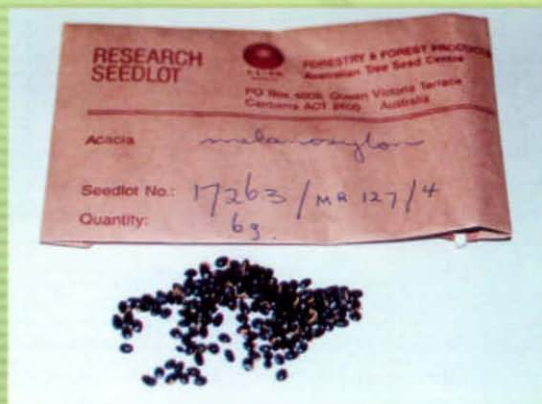


Figura 5. Semillas de *A. melanocylon*

3.1.5 Calibración

Las semillas se calibran de acuerdo a su tamaño, almacenándose en envases de acuerdo a categoría de tamaño o peso. Si se requiere, se pueden identificar según su procedencia y árbol del cual fueron extraídas. Las semillas pequeñas por lo general tienen menor viabilidad y germinan a un ritmo menor. La no calibración de las semillas redundaría en una producción de plantas heterogéneas, lo que involucra incurrir en mayores costos posteriores en su manipulación (ordenamiento de plantas, aplicación diferenciada de productos, etc.). Además, la no calibración puede reducir el crecimiento en el vivero, considerando también, que plantas de menor tamaño generalmente presentan un mal desarrollo en su lugar de plantación.

3.1.6 Análisis

Cuando la semilla se adquiere a proveedores formales y reconocidos, las características físicas de las semillas (en especial la cantidad de semilla a sembrar para obtener un determinado número de plantas) deben estar señaladas en los envases correspondientes. Sin embargo, a modo de información se puede mencionar que los parámetros que frecuentemente se determinan en laboratorio son: pureza, viabilidad inicial, capacidad germinativa y número de semillas por kilogramo. Los procedimientos para determinar estos parámetros están normados y corresponden a:

a) Pureza

Se obtiene una muestra de semillas de 50 g y se somete a un proceso de tamizado, lo que permite eliminar impurezas. Posteriormente se pesa la semilla pura. La fórmula utilizada para este cálculo es la siguiente:

$$P = (P_l / P_i) * 100$$

En que:

P = Pureza en porcentaje

P_l = Peso de semillas sin impurezas (g)

P_i = Peso de semillas con impureza (g)

b) Capacidad germinativa (CG)

La capacidad germinativa representa el porcentaje de semillas germinadas con respecto al total de semillas sembradas (Czabator, 1962; Hartmann y Kester, 1977; citados por Ordoñez, 1987). Para su determinación se realizan ensayos de germinación en cámaras especiales cuidando de mantener condiciones adecuadas de humedad y temperatura, utilizando un proceso de evaluación normado internacionalmente.

$$CG = \frac{\text{Nº Semillas germinadas} \times 100}{\text{Nº de Semillas totales}}$$

c) Número de semillas por kilogramo

La determinación del número de semillas por kilogramo se inicia pesando 3 muestras de 1.000 semillas. Luego se calcula el promedio obtenido de las muestras, y utilizando una regla de tres simple, se obtiene el número de semillas por kilogramo.

d) Pruebas de viabilidad

Las pruebas de viabilidad determinan si el embrión está sano y dan una orientación de la capacidad de germinación de la semilla al momento de la siembra. Éstas se realizan con el objetivo de conocer la calidad de las semillas, lo que permite obtener una relación más precisa entre la cantidad de semillas a utilizar y el número de plantas que se desea producir.

Entre los métodos para probar la viabilidad de las semillas están:

• Prueba de corte

Este consiste en partir con un bisturí cada semilla de una muestra determinada (por lo menos 50 unidades), y se observa el color del endosperma. En caso de semillas muy duras, se podrán abrir o aplastar con algún sistema de presión, cuidando de no destruir el endosperma. Un endosperma de color blanco es indicador de viabilidad en la semilla.

• Prueba de flotación

Para las especies del género *Acacia* el método más utilizado para determinar la viabilidad es el de flotación, que consiste en obtener una muestra al azar de semillas (mínimo 50), y remojarlas por 24 horas en agua fría. Las semillas viables se irán al fondo del recipiente, mientras que las semillas vanas o estériles flotarán. Este sistema puede aplicarse sin necesidad de laboratorio y es eficiente para la cuantificación de la siembra a realizar. Idealmente se debe utilizar 3 muestras y obtener un promedio.

- Test de tetrazolio.

El test de tetrazolio consiste en humedecer un grupo de semillas con Cloruro Trifenil Tetrazolium. Si el embrión de la semilla está vivo se transforma por reducción en Formazan, de un color rojo insoluble (Krüssmann, 1981, citado por Pinilla, 2000). Los embriones no viables no manifiestan un cambio de color.

3.1.7 Almacenamiento

Las semillas pueden almacenarse en bolsas plásticas u otro tipo de contenedor como bolsas de papel, frascos, etc., colocándolas en un ambiente seco y frío entre 2° y 5°C (refrigerador), con su respectiva rotulación (Figura 6). Es aconsejable aplicar un fungicida en polvo especialmente recomendado para semillas, como por ejemplo Pomarsol®. De este modo se previene el ataque de hongos que puedan surgir como consecuencia de cambios de temperatura involuntarios dentro de la cámara de frío o refrigerador, especialmente cuando la semilla será almacenada por más de una temporada.



Figura 6. Refrigerador para conservación de semillas
Fuente: Archivo INFOR

4. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Las semillas de las especies consideradas poseen una cubierta dura e impermeable. Por esta razón, el objetivo de los tratamientos pregerminativos es ablandar o alterar la testa para permitir la entrada de agua. De acuerdo a este objetivo se pueden reconocer 2 tipos de tratamientos: Húmedo y Seco.

El método húmedo corresponde a la inmersión en agua caliente (90° C), en ácidos, solventes orgánicos o alcoholes.

El método seco se refiere al uso de temperatura, energía microondas o radiante, para afectar la cubierta o testa de la semilla (escarificación), en especial en aquellas semillas que presentan una cubierta dura. Este puede ser un proceso manual o mecánico. Ejemplos de escarificación manual es el uso de lija o restregar con arena para afectar la testa de la semilla.

Con estos métodos se rompe la latencia de cubierta. Para acelerar y homogeneizar el proceso de germinación y disminuir el período crítico entre la germinación y la emergencia de las plántulas, las semillas pueden ser sometidas a una estratificación, que es el proceso que simula los mecanismos para romper la latencia que se dan en la naturaleza por el frío y humedad propios del invierno.

La estratificación no es un tratamiento indispensable en las acacias, ya que su latencia se debe a la existencia de una capa externa dura, impermeable a la entrada del agua. Sin embargo tiene un efecto positivo en el vigor de la semilla.

En general, la estratificación corresponde a un tratamiento frío y húmedo que simula las condiciones invernales, cuya duración, en general, debe ser mayor a 3 semanas. Se debe procurar que las condiciones de frío no sean inferiores a 2° a 3°C.

A continuación se describen los tratamientos pregerminativos usualmente utilizados para algunas especies de Acacia.

4.1 *Acacia melanoxylon*

En aroma australiano, los tratamientos más eficientes para estimular la germinación son, remojo en agua caliente o hirviendo y la escarificación. La escarificación en ácido sulfúrico (H_2SO_4 al 95%) requiere considerar condiciones de seguridad en su manipulación y usar elementos de protección personal como guantes, mascarilla, antiparras, etc. El ácido corroe la testa dejándola blanda y pegajosa. El tiempo de remojo varía entre 20 a 60 minutos. Las semillas a tratar se colocan en un recipiente de vidrio o plástico resistente y se les vierte el ácido a razón de dos partes por una de semillas (por ejemplo: 50 gramos de semilla, requiere utilizar 100 cc de ácido). Cada cierto tiempo es conveniente revolver las semillas para que no se peguen entre sí. Una vez coladas, deben ser sumergidas en un recipiente con agua o puestas bajo un chorro de agua corriente por al menos 10 minutos (Doran et al., 1983).

Cuando se realiza la escarificación con ácido sulfúrico, los operarios deben trabajar con ropa y guantes de goma, además de gafas protectoras. Nunca se debe mezclar el agua con el ácido, ya que esto genera una reacción violenta. Las semillas no deben ser puestas a remojar en el ácido estando húmedas, ya que la temperatura se eleva bruscamente y pueden resultar dañadas.

Según De Zwaan (1978), el porcentaje de germinación de semillas frescas de *Acacia melanoxylon* es alto, fluctuando entre 99 y 100%, siempre que se hayan seguido las instrucciones explicadas anteriormente, en cuanto a manipulación, almacenamiento y tratamientos pregerminativos.

Las semillas también pueden ser tratadas sumergiéndolas en agua hirviendo por uno a tres minutos. Lo ideal es mantener la temperatura del agua bajo el punto de ebullición (90°C), ya que de esta forma aumenta considerablemente la capacidad germinativa (Grosse et al., 1990).

Las semillas sumergidas en agua hervida durante 30 segundos y dejadas en el mismo recipiente hasta que el agua alcance temperatura ambiente, presenta el mayor porcentaje de germinación a los treinta días, además de una mayor velocidad de germinación (Grosse et al., 1990).

El fuego también presenta un efecto positivo sobre la germinación. Después de incendios, que forman parte del ecosistema australiano, aparece generalmente una regeneración coetánea abundante de *Acacia melanoxylon*. Sin embargo, la acción del fuego puede favorecer la propagación de esta especie, y que se constituya en maleza en algunos casos.

4.2 *Acacia mearnsii*

Para asegurar una rápida germinación de las semillas de *Acacia mearnsii*, al igual que otras acacias, se debe poner fin a la latencia de cubierta antes de la siembra. La escarificación mecánica puede ser muy efectiva, pero las semillas comúnmente son tratadas en agua caliente (90°C-100 °C), por cerca de un minuto (Poeggenpoel, 1978; citado por Pinilla, 2000). Luego se drenan y se lavan con agua fría para eliminar impurezas y el mucílago. Una vez limpias, se esparcen sobre sacos y se dejan secando a la sombra. La semilla tratada y seca de esta forma puede almacenarse 2 a 3 años sin que pierda su viabilidad. Las semillas germinan entre 10 a 12 días después de ser sembradas.

Otro método que se utiliza para acelerar la germinación es el remojo en agua a 100°C, hirviendo la semilla durante dos minutos y luego dejándolas en la misma agua por 24 horas.

4.3 *Acacia dealbata*

De acuerdo a experiencias de INFOR, las semillas deben ser hervidas durante 1 minuto y dejarlas en remojo entre 12 y 24 horas. Para las especies del género *Acacia*, en general, se recomienda sumergir la semilla en agua hirviendo en una relación de cinco partes de agua por una de semillas. Finalmente, se deja que el agua y las semillas se enfríen, para luego secarlas y guardarlas en un lugar fresco y seco (Doran et al., 1983).

Estudios de INFOR han señalado que aproximadamente entre 28 a 30 días luego de la siembra se alcanza un 80% de germinación.

Otra alternativa a utilizar es el tratamiento con ácido sulfúrico, siguiendo el mismo procedimiento que para *Acacia melanoxylon*.

5. PRODUCCIÓN DE PLANTAS A RAÍZ CUBIERTA

El presente capítulo considera la producción de plantas en contenedores, por lo que se analizarán los aspectos más importantes relacionados con este sistema de producción.

5.1 Sustrato

Se refiere al tipo de material sobre el cual germinarán las semillas y se desarrollarán las plantas durante todo el proceso de viverización. El sustrato y su manejo influyen considerablemente en las características fotosintéticas y en la tasa de supervivencia de las plantas, aportando una correcta nutrición mineral.

En general los sustratos utilizados corresponden a: corteza de pino sola o con combinaciones con vermiculita o arena, los cuales exhiben una porosidad adecuada y por ello facilitan la generación de un sistema radicular fibroso y ramificado en todas las direcciones. Adicionalmente el pH que poseen es el adecuado para la mayoría de los cultivos. Según Tinus y Mc Donald (1979) la Capacidad de Intercambio Catiónico de la corteza de pino por sí sola no es muy alta (lo que está directamente relacionado con la disponibilidad de nutrientes), pero esta aumentaría si se utiliza la corteza de pino mezclada con algún otro sustrato y con ello aumentaría su receptividad a la incorporación de elementos nutricionales como N, P, K o microelementos.

La utilización de este tipo de sustratos va acompañada de la incorporación de fertilizantes de lenta entrega que son mezclados con el sustrato previo al llenado de contenedores. En el mercado se pueden encontrar Osmocote y Basacote.

El sustrato de las plantas cultivadas en contenedores debe cumplir con ciertos requerimientos como son: tener una elevada capacidad de retención de agua, poseer una alta capacidad de intercambio catiónico que permita crear una reserva de nutrientes entre las aplicaciones de fertilizante, amortiguar cambios de pH y poseer una alta porosidad que facilite el correcto intercambio gaseoso y desarrollo radicular. La función última del sustrato es anclar la planta al envase y mantenerla en posición vertical. La capacidad de soporte del sustrato depende de su densidad (peso específico) y rigidez.

Entre los tipos de sustrato más conocidos se encuentran la corteza de pino radiata compostada, la turba y diversas mezclas de suelo. Estos pueden ser mezclados con algún otro material, como perlita, vermiculita, arena y piedra volcánica, para mejorar su porosidad.

La corteza de pino radiata compostada, actualmente es el sustrato comercial más utilizado en Chile, debido a su disponibilidad y a sus buenos resultados en el desarrollo de las plantas. Por medio de la técnica de compostación aeróbica se transforma la corteza en un medio de cultivo el cual se caracteriza por ser: aséptico, inerte, de bajo peso, de alta porosidad y de buena retención de humedad (Cabrera, 1995).

Para la producción de plantas de Acacia en el vivero de INFOR (sede Bío Bío), el sustrato utilizado corresponde a corteza de pino tamizada. La corteza de pino es ácida, con baja fertilidad inicial y posee un 43% de porosidad interna, lo que posibilita la cohesión del agua para el crecimiento de la planta (Ballester-Olmos, 1995).

La corteza es preparada mezclándola con Osmocote® 14:14:14 (fertilizante N, P, K) en una relación de tres a cuatro kilos de este producto por metro cúbico de corteza. Este fertilizante posee un efecto residual de tres a cuatro meses, por lo cual se utiliza en plantas de ciclo corto o como complemento en ciertas etapas del crecimiento.

Previo a la aplicación de fertilizante al sustrato se realiza la desinfección de éste con el fin de eliminar insectos, hongos y semillas de malezas. En los viveros de INFOR se utilizan dos procedimientos para este fin. Uno es la aplicación de Basamit® granulado en dosis de 200 a 250 g por metro cúbico de sustrato, para lo cual se prepara una cancha de desinfección. El producto es aplicado con bomba de espalda. El otro procedimiento se basa en la utilización de gases fumigantes como es el Bromuro de Metilo, en dosis de 35 a 45 g por metro cúbico de volumen. Este último procedimiento requiere un manejo muy cuidadoso debido a la alta toxicidad del gas. El sustrato y el desinfectante se cubren con polietileno sellando sus bordes. Se mantiene cubierto durante tres días, al cabo de los cuales se destapa para permitir la ventilación del sustrato durante dos a tres días (Figura 7).

Es necesario señalar los riesgos que involucra el uso de Bromuro de Metilo, independiente de su eficiencia, por lo que se debe extremar las precauciones al momento de su uso. Con respecto a este producto, existen acuerdos internacionales que prohibirán su uso a partir del año 2005.



Figura 7. Desinfección de sustrato con Bromuro de Metilo
Fuente: INFOR

5.2 Contenedores

La producción de plantas de Acacia se realiza en contenedores, los que pueden ser bandejas de poliestireno expandido, tubetes plásticos o simplemente bolsas de polietileno (aunque este último no se recomienda por la tendencia de espiralamineto de la raíz), con su respectivo orificio para un adecuado drenaje. Los contenedores utilizados en el vivero de INFOR son tubetes de sección cuadrada de 102 cm³. En el vivero de INFOR cada tubete es colocado dentro de una bandeja que les da el soporte necesario. Existen además, otras posibilidades en el uso de contenedores.

Este método permite producir plantas con mejores condiciones de adaptabilidad debido al cepellón formado en el contenedor. El cepellón conserva la humedad durante el transporte y por algún tiempo después de la plantación, con lo que protege las raíces, permitiendo, en general, una buena adaptación de la planta en su lugar definitivo y, en consecuencia, porcentajes más elevados de supervivencia (Goor, 1964). En otras palabras, a través del sistema de producción de plantas a raíz cubierta se minimiza el shock de transplante, y se asegura ciertos niveles de humedad o abastecimiento de agua a las plantas y de nutrientes.

En general, el sistema de contenedores se asocia a una fácil manipulación y ordenación de plantas, disminución de superficie y volumen de sustratos requeridos. Sin embargo, requiere de una fuerte inversión inicial que puede ser amortizada entre 3 a 4 años en un vivero de tipo permanente.

5.2.1 Selección del contenedor

El tamaño del contenedor a emplear depende de diversos factores, tales como el tamaño de la semilla, tamaño final de la planta, condiciones ambientales del sitio de plantación, comportamiento de la raíz al medio de crecimiento; del volumen de raíces, además de factores económicos como el precio del contenedor, disponibilidad y diseño de contenedores, volumen de sustrato y del espacio disponible en el vivero.

En cuanto a la forma, algunos contenedores tienen pequeños bordes o estrías en las paredes internas, lo cual previene el desarrollo de raíces espiraladas, defecto que puede producir la muerte de la planta, después de establecida en terreno (Figura 8).

También se diferencian por el material del que están fabricados, lo que se relaciona con su durabilidad. Los de poliestireno expandido obligan a extremar las condiciones de mantención para su reutilización, pero son de un costo menor en relación a los de material plástico.

Cabe señalar que las bolsas de polietileno son desechables y están siendo cada vez menos utilizadas debido a problemas de espiralamiento de las raíces de las plantas. En muchos casos una alternativa para viveros pequeños, dada la baja inversión inicial requerida, pero se debe considerar que se asocian a una mayor manipulación y mayor costo en mano de obra.

Otra consideración al momento de elegir un contenedor es que existen de tipo individual y de tipo múltiple, en bandejas. Los individuales facilitan la ordenación de las plantas al momento de homogeneizar el crecimiento en vivero, sin embargo, requieren de una estructura adicional para su disposición en el vivero y su transporte fuera de él.

5.2.2 Limpieza del contenedor

La limpieza de todos los materiales y equipos utilizados durante el crecimiento de la planta es esencial para alcanzar buenos resultados. Todos los contenedores a utilizar se desinfectan tratándose con agua caliente más algún desinfectante o cloro (Pinilla, 2000). En el caso de las bandejas de poliestireno, luego de la desinfección y previo al llenado con el sustrato es estrictamente necesaria la aplicación de oxícloruro de cobre, a objeto de evitar que las raíces se inserten en las paredes del contenedor y se dificulte la extracción de la planta. Otra alternativa es bañar los contenedores con una mezcla de látex y oxícloruro de cobre, lo cual permite fijar el sustrato en el envase y actúa como podador químico de las raíces.



Figura 8. Muestra de contenedores utilizados en vivero INFOR Sede Bío Bío
Fuente: Archivo INFOR

5.2.3 Llenado de contenedores

Una vez seleccionados los contenedores, el llenado se realiza manualmente con el sustrato preparado. Esta operación debe hacerse con un contenido de humedad tal del sustrato que mantenga cierta agregación luego los tubetes o bandejas se golpean contra el suelo para posteriormente volver a llenarlos. Se finaliza el llenado con una ligera compactación de cada recipiente. El llenado de contenedores no debe hacerse con el sustrato seco, ya que este pierde agregación y se puede caer por el drenaje del contenedor al menor golpe (Dumroese et al., 1998 citado por INFOR, 2000).

5.3 Siembra de las semillas

La siembra de *A. melanoxylon*, *A. dealbata* y *A. mearnsii* se realiza en forma manual, directamente en los contenedores. Esta actividad se realiza entre los meses de agosto y octubre dependiendo de la localización del vivero. Al decidir cuando realizar la siembra se debe considerar la duración del período estival, sobre todo si la producción de plantas se realiza a la intemperie. En este sentido, si el vivero se ubica hacia el norte de la distribución de Acacia (V Región), la siembra puede ser realizada durante noviembre o diciembre, mientras que si el vivero se ubica hacia la zona sur del país, esta actividad debe ser realizada no más allá del mes de octubre.

En viveros que cuenten con instalaciones para producir plantas en ambientes controlados mediante el uso de invernaderos, independiente de su ubicación, la siembra puede ser realizada hasta el mes de diciembre.

Se recomienda, de acuerdo a la experiencia de INFOR, colocar 2 semillas de Acacia por contenedor, para posteriormente realizar un raleo o repique con el objeto de dejar una plántula por contenedor.

Previo a la siembra, es necesario regar los contenedores para asegurar la humedad óptima. Posteriormente se realizan los orificios donde se depositarán las semillas. La profundidad de siembra dependerá del tamaño de la semilla, recomendándose una profundidad de siembra igual al doble del diámetro de la semilla, de esta manera se evita que sea removida por el agua de riego. De igual forma, se puede poner la semilla sobre el sustrato y luego agregar una delgada capa de sustrato fino.

Se ha demostrado que el uso del invernadero durante la etapa de germinación es altamente recomendable para la homogenización y porcentaje de germinación.

5.4 Labores Culturales

Como labores culturales se entienden todas aquellas actividades destinadas al cuidado de las plantas posterior a la germinación, tales como: control de temperatura, fertilización, control de luminosidad, riego, aplicación de pesticidas y desmalezado.

5.4.1 Control de temperatura

Es importante cubrir el vivero con malla Ruschell u otra estructura de manera de proteger y dar sombra a las platabandas a objeto de evitar la deshidratación de las plantas, especialmente cuando se realizan actividades de repique y trasplante. En el caso que la temperatura aún siga siendo elevada, la situación se controla mediante la aplicación de agua con el sistema de riego.

5.4.2 Fertilización

Los requerimientos nutricionales de las plantas varían de acuerdo al estado de desarrollo en que se encuentran. En las primeras etapas de desarrollo la planta requiere fortalecer su sistema radicular secundario, con el objeto de aumentar su eficiencia en los procesos de absorción.

En esta etapa la fertilización debe ser rica en fósforo. Cuando inicia el crecimiento en altura y diámetro del tallo, en la etapa de máximo crecimiento, la fertilización debe aportar una mayor cantidad de nitrógeno.

Una vez alcanzada la altura ideal de la planta (30 a 35 cm.), esta entra en un período de endurecimiento o acondicionamiento por lo que la fertilización debe ser reforzada con potasio y calcio.

Los métodos de fertilización más utilizados son: la fertirrigación (que consiste en la aplicación de nutrientes a través del riego) y la aplicación de fertilizantes de liberación lenta. El sistema más recomendado es el de fertirrigación, cuyas ventajas principales son:

- Control preciso de la concentración y el balance de los elementos nutricionales disueltos en el agua de riego.
- La posibilidad de cambiar completamente la solución nutritiva en cualquier momento.
- La reducción del riesgo de sobrefertilización, y por lo tanto de salinización del sustrato.

Actualmente en el mercado nacional existe una gran variedad de productos con las combinaciones adecuadas al estado de desarrollo de la planta. Dentro de las marcas utilizadas se encuentran Peters Professional de Scotts, y Ultrasol de Soquimich.

Para el caso específico de la producción de plantas de Acacia se recomienda, además, fertilizar por vía foliar. A las tres semanas de germinadas las semillas se puede fertilizar con Bayfolan® (fertilizante foliar; 11-8-6 de N, P y K) en una dosis de 2 cm³ por litro de agua. Éste se aplica cada tres días con una bomba de espalda.

5.4.3 Control de luminosidad

Las especies arbóreas poseen distintos requerimientos de irradiación y algunas se benefician con el sombreado artificial que les proporciona el vivero, tal es el caso de las especies tolerantes y semitolerantes. Las plántulas de Acacia son afectadas por los rayos solares que llegan directamente y con gran intensidad en época de verano. Por esta razón son protegidas, proporcionándoles sombra mediante, por ejemplo, la instalación de malla Ruschell.

En algunas ocasiones se presenta una etiolación de las plantas, la cual se manifiesta en una elongación anormal del tallo y un cambio de color a tonos amarillos, lo que puede indicar la falta de luz o alta densidad de siembra. Tonos rojizos pueden señalar problemas de frío. Dadas estas implicancias es necesario velar por la correcta aplicación del control de luminosidad y protección.

5.4.4 Riego

Según Navarro y Pemán (1997), el riego debe ser establecido en función de las fases de crecimiento de las plantas, así como de la demanda evaporativa.

Por otra parte, deben tomarse todas las precauciones si se utilizan fuentes de agua no potable, recomendándose un análisis completo de su calidad antes del uso, para evitar pérdidas por toxicidad o agentes abióticos.

Durante el período de germinación los requerimientos de agua son bajos, por esta razón los riegos deben ligeros, aunque frecuentes, debido a que la zona de absorción de agua se limita al volumen de sustrato que rodea a la semilla. Si esta zona se seca la germinación se retrasa. Se debe tener especial cuidado en no dejar al descubierto la semilla por acción de la presión del agua.

Durante la fase de crecimiento rápido, el agua deberá ser aplicada de manera que satisfaga la demanda evaporativa de la planta y del sustrato, ya que el consumo de agua se extiende por todo el contenedor conforme aumenta el sistema radicular (Ocaña, 1995). A diferencia de la fase anterior aquí los riegos son con menor frecuencia, pero con mayor volumen de agua.

Durante la fase de acondicionamiento o endurecimiento se busca preparar la planta para su adaptación en terreno, lo cual requiere un endurecimiento del tallo. Esto se logra disminuyendo la frecuencia de riego y el volumen de agua, con el fin de someter a la planta a un estrés hídrico similar al que encontrará en el lugar de plantación.

Un criterio importante a considerar al momento del riego es la uniformidad de éste para lograr una homogeneidad en el desarrollo de las plantas. Entre los problemas que habitualmente se presentan por falta de uniformidad en el riego están: enfermedades radiculares, estrés por humedad y deficiencias por nutrientes. Estos problemas pueden ocurrir debido a un diseño inadecuado en el sistema de riego, obstrucción de aspersores por agua sucia o equipos de riego deteriorados, lo que se soluciona con un buen programa de mantención del sistema de riego.

El riego a que deben sometidas las plantas en el vivero busca mantener una humedad adecuada para el desarrollo de las mismas. El riego adecuado es variable de acuerdo a la localización del vivero como también en relación al estado de desarrollo de las plantas. En cuanto a la localización del vivero o bien en la época del año de que se trate, la tendencia es a mantener el sustrato húmedo, pero nunca saturado. En muchos casos será conveniente evaluar la condición del sustrato para determinar cuanto será la cantidad y frecuencia del riego. En general en las primeras etapas desde la emergencia hasta el primer mes de las plantas los riegos se aplican 2 veces al día, después de ello sólo una vez. En la etapa de endurecimiento de las plantas, aproximadamente un mes y medio antes de la plantación el riego puede espaciarse a día por medio.

En cuanto al sistema de aplicación, ello dependerá del grado de automatización del vivero. Existen distintos sistemas como son desde programación automática del riego hasta la aplicación manual. En los primeros los más utilizados son por aspersión y FOG, ambos incluíran una programación automática que señale frecuencia y duración del riego. En el caso del sistema FOG o niebla, su uso debe restringirse a invernaderos, dado que la gota de agua puede ser fácilmente dispersada por el viento. Dentro de los sistemas manuales también se incluyen aspersores, pero de manipulación humana en cuanto a frecuencia y duración. A este grupo también pertenece la regadera y las mangueras con un tipo de pitón adecuado.

Las fases de desarrollo de las plantas se pueden apreciar en las Figuras 9 a 11.



Figura 9. Crecimiento inicial plantas de Acacia



Figura 10. Etapa de crecimiento rápido planta de *Acacia dealbata* (3 meses)



Figura 11. Plantas de Acacia en platabandas. Vivero INFOR Sede Bío-Bío

5.4.5 Control de enfermedades y plagas

La detección de los problemas fitosanitarios en vivero se efectúa reconociendo los síntomas y los signos de daño o enfermedades causados por agentes bióticos (hongos, insectos, nemátodos, animales, etc.) o abióticos (factores meteorológicos, contaminantes, deficiencias, etc.). De no tomar medidas preventivas para evitar la aparición de agentes de daño, siempre es posible que estos surjan en cualquier etapa de la viverización. La presencia de hongos, normalmente se detecta por marchitamiento o caída de plantas, coloraciones o decoloraciones especiales generalmente desde el nervio principal de la hoja. En el caso de insectos, los síntomas más característicos se refieren al desarrollo irregular en las bandejas, perforaciones o cortes de hojas o tallos, etc. En algunos casos la caída de plantas sanas, puede señalar la presencia de insectos en estado larvario en las raíces.

En el caso de factores abióticos, los más frecuentes se refieren a daños por heladas, los que se manifiestan por la pérdida del ápice principal o quemaduras esféricas en las hojas.

Las enfermedades o daños detectados en viveros con Acacia no distan de las tradicionalmente encontradas en las producciones de plantas con otras especies. Estos daños se refieren a Botritis (Moho gris), Oidio e insectos (pulgones) en el período estival. El control de estas enfermedades y plagas es posible hacerlo con un programa preventivo que considera la aplicación periódica de fungicidas e insecticidas adecuados a cada una de ellas. También existen productos de tipo curativo que es conveniente sólo aplicarlos cuando la enfermedad se ha evidenciado.

A continuación se presentan algunos de los productos disponibles en el mercado para el control de plagas y enfermedades comunes detectadas en viveros:

- Botritis: Euparen (Bayer), Captan (BASF)
- Oidio: Bayleton (Bayer), Saprol (BASF)
- Insectos en general: Tamaron (Bayer), CYREN® 48 EC (BASF)

Las dosis de estos productos pueden variar de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas y del objetivo de la aplicación, es decir para uso preventivo o curativo. Por normas establecidas los envases especifican las dosis y periodicidad de aplicación según el caso.

En general las enfermedades como Botritis y Oidio se presentan por condiciones ambientales favorables como son temperaturas suaves y humedades altas (entre 70 a 80%). A modo de prevención es aconsejable mantener una buena ventilación de las plantas. Una vez que la enfermedad ha aparecido, las plantas infectadas deben ser separadas de las sanas. Cabe señalar que a pesar de ser estas enfermedades comunes son bastante graves y pudieran infectar a toda la producción de plantas en 48 horas.

Una vez que las plántulas emergen, se recomienda pulverizar preventivamente las platabandas con algún fungicida como Captan® 80, con una dosis de 36 g diluidos en veinte litros de agua, alternado con la aplicación de Pomarsol Forte®, en dosis de 35 g diluidos en veinte litros de agua. Estas cantidades permiten una aplicación para 10.000 plantas aproximadamente.

Para el control de insectos en forma preventiva se puede aplicar Tamarón 600 en dosis de 30 cc diluidos en quince litros de agua, lo que permite abarcar 10.000 plantas aproximadamente.

Si a pesar de las aplicaciones preventivas se detecta la presencia de algún agente biótico, no basta con aumentar las dosis de los productos, sino que se debe cambiar a productos alternativos de iguales efectos. Se debe recalcar que el aumento de las dosis para fines curativos puede acarrear toxicidad en las plantas. La toxicidad en general se manifiesta por cambios bruscos de coloración del follaje (a un color amarillo) o espiralamiento de hojas y tallo.

5.4.6 Desmalezado

La aparición de malezas es un problema frecuente en viveros, que se origina por el transporte de semillas a través del agua de riego, del sustrato o del viento. Estas malezas deben eliminarse tempranamente a fin de evitar la competencia con las plantas en producción. Si la desinfección del sustrato ha sido adecuada, normalmente la aparición de maleza será mínima, pero siempre será necesario efectuar alguna limpieza. En contenedores con plantas, las malezas deben ser extraídas manualmente y en forma temprana, de modo de no comprometer el sistema radicular.

5.5 Atributos morfológicos que caracterizan la calidad de las plantas

Los atributos morfológicos son los parámetros que usualmente el viverista emplea para la manipulación, manejo y aplicación de las medidas culturales en vivero, clasificación según requerimientos específicos y para seleccionar las plantas que serán utilizadas en las faenas de plantación. Éstos se aplican a plantas fisiológicamente óptimas.

Los aspectos fundamentales que condicionan el desarrollo de la planta, y que puede controlar el viverista, dependen de su estado hídrico, nutricional y de su morfología.

El estado hídrico es regulado durante las diferentes etapas de crecimiento, según los requerimientos de la planta. El estado nutricional dice relación con la disponibilidad de nutrientes en el sustrato y de cómo estos son asimilados por la planta, de acuerdo con sus requerimientos, con el objetivo de obtener un óptimo desarrollo de las partes de la planta (tallo, raíces, hojas).

Las características morfológicas serán claves para seleccionar una planta de alta calidad que permita un mayor éxito en su establecimiento. Normalmente se correlaciona la morfología de la planta con la supervivencia y crecimiento de ésta en terreno. En general una planta con una proporción adecuada de parte aérea y raíces según las condiciones de sitio y clima, presenta una mayor potencialidad de supervivencia. Los rasgos físicos de la planta son buenos predictores de su supervivencia.

Una planta de gran tamaño aéreo no necesariamente indica una planta de buena calidad. Puede ocurrir que su sistema radicular sea insuficiente y el éxito de supervivencia en la plantación sea escaso debido a razones fisiológicas y a que el mayor peso de la parte aérea no sea sostenible por el sistema radicular, especialmente en condiciones de viento. Es necesario indicar que el anclaje de la planta al suelo no es inmediato y va a depender en gran medida de la estructura del suelo y de la nutrición complementaria, además de que la plantación se realice en una época adecuada (precipitación y temperatura).

Entre los atributos físicos más relevantes están:

- **Altura de la planta:** se relaciona con su capacidad fotosintética y la superficie de transpiración de la misma, y se vincula además con la salud fisiológica y un sistema radicular adecuado (Rose et al., 1998). La altura puede ser manipulada en vivero a través de fertilización, riego, poda y despuntado de la parte aérea (topping).
- **Diámetro o grosor del tallo (cuello):** es un indicador de la resistencia de la planta a fenómenos tales como, viento, temperatura y humedad. A mayor diámetro del tallo a la altura del cuello, normalmente corresponde una mayor cantidad de raíces y mayores reservas de carbohidratos en la planta y una tolerancia mayor a altas temperaturas en la superficie del suelo, y a resistencia al viento.
- **Relación altura / diámetro:** es la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro de cuello (DAC) de la misma (mm). Determina el balance entre la superficie de transpiración y la resistencia mecánica de la planta, dando una idea de la estructura aérea de la planta. Los valores pueden variar en un rango de 25 a 90, con una mejor calidad de planta asociada a los valores más bajos. En *A. dealbata* por ejemplo, plantas de sólo 10 cm de altura y entre 2-3 mm de diámetro de cuello han tenido excelentes resultados al ser establecidas en terreno, siendo la relación ideal 27 cm de altura por 4 mm de DAC. Estos mismos valores son aplicables a *A. melanoxylon* y *A. mearnsii* (Pinilla, 2000).

- **Relación tallo/raíz:** se define como la relación entre el peso seco de la biomasa aérea (tallo y hojas) y el de la biomasa radicular. Determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie absorbente de la planta. En general se exige que, lavada la planta y secada al aire, el peso de la parte aérea no llegue a doblar el peso de la raíz (Montoya y Cámara, 1996). Mientras más estrecha es la relación tallo/raíz (cercana a 1), mayor es la posibilidad de supervivencia en sitios secos.
- **Número de hojas (biomasa foliar determinada por peso fresco o peso seco):** se encuentra condicionado por prácticas culturales de vivero. Este parámetro puede dar una indicación de la ocurrencia de problemas de tipo hídrico, nutricionales o sanitarios que se manifiestan a través de cambios de color, manchas o pérdida de hojas. Otorga, además, información del área fotosintetizante-transpirante de la planta (INFOR, 2002).
- **Desarrollo radicular:** se expresa en características como la presencia, definición y longitud de una raíz principal pivotante, número de raíces laterales (mayor estabilidad y mejor capacidad de exploración de la parte superior del suelo), y fibrosidad (mayor capacidad de absorción) (Rose et al. 1998). En general, se espera que sean abundantes, con todos sus tipos y que tenga una alta ocupación del sustrato donde se ha desarrollado la planta. Este parámetro puede ser evaluado a través de su biomasa de materia verde o seca, o bien a partir de su volumen.

6. DESPACHO DE PLANTAS

Previo al despacho y carga del camión es necesario realizar un control de la calidad de la planta que es enviada al sitio de plantación, mediante la medición de tamaño y observación de su estado sanitario, lo cual debe ser efectuado por personal debidamente entrenado.

Las altas temperaturas, los vientos y los movimientos bruscos, dañan la planta. El transporte debe ser en camiones acondicionados y cubiertos para evitar la deshidratación y maltrato de la planta. Se tienen mejores resultados cuando las plantas son transportadas en los mismos contenedores. La planta transportada debe ser inmediatamente plantada; si no es así, se debe acomodar en un lugar protegido que evite la deshidratación y el maltrato (estrés) (Figuras 12 y 13).

El transporte de las plantas a la línea de plantación puede hacerse en cajones de madera, canastos o bandejas plásticas. Estas últimas pudieran requerir una mayor inversión inicial sin embargo su vida útil es mucho mayor.



Figura 12. Plantas en el sitio de plantación
Fuente: INFOR.



Figura 13. Transporte de plantas al sitio de plantación
Fuente: INFOR.

7. RESUMEN REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ACACIA

A continuación se presenta un resumen de los requerimientos para la producción de plantas de Acacia.

Base 22.500 plantas de Acacia spp.

Material	Cantidad
Corteza	4 m ³
Flete corteza	
Desinfección sustrato	1 envase Bromuro de Metilo
Fertilización radicular	2 sacos de Osmocote
Fertilizante foliar	20 l Bayfolan
Fungicidas	
- Captan 80	1kg
- Benlate	1kg
Insecticida	1 litro Tamaron
Tubetes	24.000
Semillas	1.888 g
Mano de obra preparación sustrato	2 Jornadas
Desinfección de tubetes	1 Jornada
Llenado de bandejas	1 Jornada
Ordenar y ubicar bandejas	1 Jornada
Tratamientos pregerminativos	2 Jornadas
Siembra	8 Jornadas

• Consideraciones

Además de los requerimientos antes mencionados se debe considerar la mano de obra requerida, la cual realiza las labores culturales de siembra y de mantención necesarias para el funcionamiento adecuado del vivero.

Al considerar la utilización de semillas importadas se incurre en un gasto extra, ya que esta es certificada, se conocen sus características físicas, la procedencia (importante variable para obtener resultados en crecimiento y rendimiento), el año y zona de colección.

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS A RAÍZ CUBIERTA DE ACACIAS

- Cronograma de actividades en un programa de producción de plantas a raíz cubierta de *A. dealbata*, *A. mearnsii* y *A. melanoxylon*.

ACTIVIDAD	MES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Abastecimiento de semillas												
Limpieza de semillas												
Abastecimiento de sustrato												
Siembra												
Fertilización												
Riego												
Control de plagas y enfermedades												
Control de malezas												
Acondicionamiento exterior												
Selección y despacho de plantas												

9. CONCLUSIONES

- Un buen programa de viverización es determinante para la obtención de plantas de calidad que aseguren un establecimiento exitoso en las plantaciones con especies del género *Acacia*.
- Debido al éxito obtenido en el proceso de producción de plantas expuesto en este manual, se puede concluir que este protocolo es apropiado para la viverización de acacias.
- La producción de plantas con especies no tradicionales, muchas veces conlleva un alto costo que se deriva de la importación de semilla certificada y del desconocimiento de las técnicas de viverización apropiadas.
- La importación de semilla certificada no implica necesariamente un mejor desarrollo de las plántulas, sin embargo la información asociada como es el número de semillas por kilo, capacidad germinativa, pureza, etc., permite mejorar la planificación del vivero.
- El sistema de producción de plantas de *Acacia spp.* a raíz cubierta (contenedores), permite optimizar el espacio disponible en el vivero y facilita la manipulación de las plántulas.
- *A. melanoxylon*, *A. mearnsii* y *A. dealbata* son especies promisorias para ser utilizadas en programas de forestación que integren a pequeños, medianos y grandes propietarios, debido a su alto grado de adaptabilidad edafoclimática y multiplicidad de productos a obtener.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnold, F. E. 1996. Manual de vivero forestal: elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del sur de Chile. Documento técnico CONAF-DED. 123p.
- Ballester-Olmos, J. 1995. Producción de Plantas Forestales. Departamento de Producción Vegetal. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 218 p.
- Barceló, J. 1980. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide S. A. Madrid
- Bauerle, P., 1997. Evaluación de procedencias de *Acacia melanoxylon* R.Br. y *Acacia dealbata* Link en la etapa de vivero y diseño de un huerto semillero. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal
- Cabrera, R. 1995. Influencia del tamaño inicial de partículas en el proceso de compostación aeróbica de corteza de *Pinus radiata* D. Don. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. 64 p. Concepción, Chile.
- Carreño A., M.H. 1995. Evaluación del crecimiento en plantaciones de *Acacia melanoxylon* R. Br. en distintos sectores de las regiones G. Bernardo O'Higgins y Metropolitana. Concepción, Chile, Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Tesis para optar al Grado de Ingeniero Forestal. 65p.
- De Zwaan, J. G. 1978. The effects of hot-water treatment and stratification on germination of blackwood (*Acacia melanoxylon*) seed. South African Journal of Forestry. 105:40-42. 1978.
- Doran, J. C.; Boland, D. J.; Turnbyll, J. W.; Gunn, B. 1983. Manual sobre semillas de Acacias de zonas áridas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Goor, A. 1964. Método de Plantación Forestal en Zonas Áridas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. pp. 233-234. (Cuadernos de Fomento Forestal No. 16).
- Grosse, H.; Kannegeisser, U.; Quiroz, I. y Santelices, R., 1990. Silvicultura de algunas acacias australianas. INFOR. Concepción. Chile. 78p.
- INFOR, 1998. Incorporación de especies del género *Acacia* a la producción forestal chilena. Formulario de presentación proyecto FDI. INFOR-CORFO. Concepción. 150p.
- INFOR, 1999. Incorporación de especies del género *Acacia* a la producción forestal chilena. Informe de avance. INFOR-CORFO. Concepción. 126p.

INFOR, 2000. Técnicas para producir plantas de Lenga en Aysén. Informe final. INFOR-CORFO. Coyhaique. 30p.

INFOR, 2002. Masificación y Desarrollo de Opciones Productivas en Base a Especies de Acacia Probadas en Chile. Formulario de presentación proyecto FDI. INFOR-CORFO. INFOR- Concepción 150 p.

Loewe, V.; González, M.; Siebert, H y González, Y. 2004. El Aromo Australiano y su proyección. Revista Chile Forestal N°301: 17-20. Santiago, Chile.

Montoya, J. y Cámara, M. 1996. La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 127p.

Navarro, R.; Pemán, J. 1997. Apuntes de producción de planta forestal. Primera edición, Universidad de Córdoba, España. 267p.

Ocaña, L. 1995. Viverística de las principales especies arbóreas en España. ICONA. Centro de mejora genética. 40p.

Ordóñez, A. 1987. Germinación de las tres especies de *Nothofagus* siempreverdes (Coigües), y variabilidad en la germinación de procedencias de coigüe común (*Nothofagus dombeysi* (Mirb) Oerst). Tesis Ing. Forestal. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 134 p.

Perret, S.; Mora, F.; Jara, R. y Parra, P. 2000. Producción de plantas de *Acacia saligna*. Manual N°26. INFOR-CORFO. Santiago. 51p.

Pinilla, J. C. 2000. Descripción y antecedentes básicos sobre *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon* y *Acacia mearnsii*. Informe Técnico N°147. INFOR-CORFO. Concepción. 49p.

Rose, R.; Birchler, T.; Pardos, M. y Royo, A. 1998. La plántula ideal: producción de plántulas de calidad para mejorar el comportamiento de las plantaciones. Documento sin editar. 40p.

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

Tinus, R. W. y S. E. McDonald. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. RM-60

Wareing, P.F. & Phillips, I.D.J. 1978. The control of growth and differentiation in Plants. Oxford: Pergamon, 2nd. edn. 1978, HB. 347pp.





INFOR
Instituto Forestal

INSTITUTO FORESTAL

Sede Central y Sede Bío Bío

Camino a Coronel Km. 7,5

Casilla 109 C

Concepción

Fono: (56-41) 74 90 90

Fax: (56-41) 74 90 74

Sede Centro Norte

Huérfanos 554

Casilla 3085

Santiago

Fono: (56-2) 693 07 00

Fax: (56-2) 638 12 86

Sede Los Lagos

Fundo Teja Norte

Casilla 385

Valdivia

Fono: (56-63) 21 14 76

Fax: (56-63) 21 89 68

Sede La Patagonia

Baquedano 645

Coyhaique

Fono: (56-67) 23 47 04

Fax: (56-67) 23 35 85

Oficina Austral

Quillota 869

Punta Arenas

Fono: (56-61) 22 63 39

Fax: (56-61) 22 63 35

Oficina La Serena

Colina San Joaquín s/n

La Serena

Fono: (56-51) 22 32 90

Fax: (56-51) 88 70 60