

U2033

EUCALYPTUS CLADOCALYX

Una alternativa para la producción de postes y polines en zonas áridas de Chile



INFOR
Instituto Forestal



Las especies del género *Eucalyptus* ofrecen una serie de ventajas, tanto del punto de vista económico como ecológico, contribuyendo a la diversificación forestal y adaptándose a diferentes tipos de sitios de limitado uso productivo, como es el caso de las zonas áridas.

En Chile, las zonas áridas y semiáridas abarcan una superficie de 24 millones de hectáreas, lo que corresponde a un tercio de la superficie continental del territorio nacional. En gran parte de este territorio es posible el desarrollo de vegetación, sin embargo, los escasos recursos vegetacionales presentes en estas zonas limitan las posibilidades de satisfacer la demanda local de productos madereros. Por otra parte, la población rural ha ido sufriendo un proceso de empobrecimiento continuo, asociado al deterioro de los recursos naturales, lo que ha generado un permanente proceso de migración.

En este contexto, *Eucalyptus cladocalyx* aparece como una especie interesante para ser utilizada en programas de forestación para la zona árida y semiárida del país, debido a la gran adaptación demostrada, especialmente a suelos empobrecidos y severas condiciones de estrés hídrico.

Las plantaciones con esta especie permitirían diversificar la base productiva predominante en las comunidades existentes en la región, cual es la ganadería caprina, sin interferir con otras alternativas productivas, ya que se establecerían en terrenos de secano con baja productividad.

Además, a largo plazo, permitirían obtener productos madereros primarios, imprescindibles para la economía del sector rural de la IV Región. Actualmente el abastecimiento de materia prima básica para la construcción de cerco, centrales y tutores para cultivos de frutales (viñedos), proviene principalmente de la zona centro sur del país, con los respectivos incrementos en los costos asociados al transporte y al valor comercial de los insumos.

Autores

Sandra Perret D.
Freddy Mora P
Pamela Ramírez A.

EUCALYPTUS CLADOCALYX

ANTECEDENTES GENERALES

Eucalyptus cladocalyx es una especie arbórea endémica del sur de Australia, donde crece en un amplio rango de tipos de suelos y en áreas de baja precipitación. Por sus características, puede considerarse como una alternativa para la forestación en el secano árido y semiárido del país.

El Instituto Forestal, a partir de 1966, ha establecido numerosos ensayos con esta especie, especialmente en la Región Mediterránea semiárida, es decir, entre Coquimbo y Talca. Los mejores resultados se encuentran en el sector costero de la provincia de Petorca (V Región).

E. cladocalyx es utilizado como leña, en la fabricación de postes, polines, madera aserrada, en la producción de miel y contribuye a la protección de suelos degradados. Estas propiedades hacen que la especie sea atractiva para los pequeños y medianos propietarios de las zonas semiáridas del país, e igualmente para las comunidades agrícolas. Los estudios sobre esta especie realizados por INFOR, iniciados en la década de los sesenta, demuestran su buena adaptación a las condiciones climáticas adversas que predominan en la región árida, desde la IV Región al sur.



IMPORTANCIA DE LA ESPECIE

La especie es altamente resistente a la sequía y a un medio adverso, en comparación con otros *Eucalyptus* de interés económico; ya que es tolerante a suelos infértiles y áridos, soportando temperaturas mínimas de 2 a 3°C bajo cero, y precipitaciones entre 200-300 mm por año.

Esta capacidad de adaptación, hace que esta especie resulte interesante para ser utilizada en programas de forestación para la zona árida y semiárida del país, contribuyendo a la diversificación forestal, generando un efectivo aporte al desarrollo de la actividad económica en situaciones de secano.

CARACTERÍSTICAS



Eucalyptus cladocalyx es un árbol siempreverde que puede alcanzar de 9 a 40 metros de altura (en Australia), y con un diámetro de hasta 1,5 m en su estado adulto (De la Lama, 1976).

Posee un tronco columnar y una copa umbrosa y densa (De la Lama, 1976). La corteza es lisa, con manchas de colores blanco, amarillo, café y gris.

Las hojas jóvenes son redondeadas, y por lo general más anchas que largas, para luego ir tomando una

forma lanceolada. Las hojas adultas son alternadas, ligeramente falcadas a lanceoladas, de 8 a 17 cm de largo y 1,5 a 3 cm de ancho, usualmente la base es ahusada hacia el pecíolo, fuertemente decolorada, lustrosa, verde y reticulada.

Las inflorescencias son simples, axilares y nacen de las secciones sin hojas de las ramillas, con 7 a 11 flores, sostenidas por un pedúnculo común.

El fruto es pedicelado, ovoide, con forma de barril, de 0,6 a 1 cm de ancho.

La semilla es ovoide, lisa, brillante y de color negro violáceo a café claro, de 1,5 a 3 mm de longitud (Broker *et al.*, 2000).

La formación de yemas florales ocurre en primavera y verano, haciendo que el período de floración se extienda a gran parte del año, concentrándose en los meses de octubre a mayo.

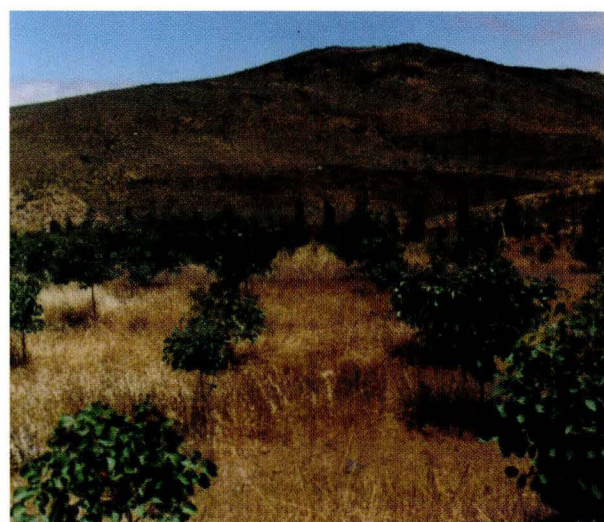
Esta especie se caracteriza por poseer un exuberante sistema radicular, estableciéndose con éxito en suelos livianos y arenosos que se secan rápidamente.

En cuanto a su madera, esta es de color amarillo pálido a café, de fuste recto y madera de gran durabilidad natural (Prado *et al.*, 1986).



¿DÓNDE CRECE?

El clima predominante en la zona de distribución natural de *Eucalyptus cladocalyx* es de tipo mediterráneo, con lluvias invernales y un largo período seco. Puede crecer bajo condiciones de precipitación anual de 200-300 mm (Prado *et al.*, 1986).



Con respecto a la temperatura, Webb *et al.* (1984) señalan que en su distribución natural las temperaturas medias mínimas van desde -4°C a 10°C y las máximas de 22 a 32°C , con temperatura media anual de 10 a 25°C . Presenta gran plasticidad a la aridez, a la sequía y calor, tolera los vientos salinos y es sensible a las heladas.

Los suelos en que se encuentra son generalmente de textura liviana a media, arenosos y gravosos, poco profundos y bien drenados, en una amplia gama de pH y de baja fertilidad. También se le encuentra en suelos pardos solonizados y en arenas profundas. La especie tolera una salinidad leve; inundaciones temporales y es notablemente tolerante a suelos alcalinos (Prado y Barros, 1989; citado por Parra y Chung, 1997).

En Australia, la especie se encuentra en rango altitudinal que varía entre, según algunos investigadores, los 0 a 650 msnm (De la Lama, 1976; Prado *et al.*, 1986).

¿CUÁNTO PUEDE CRECER?

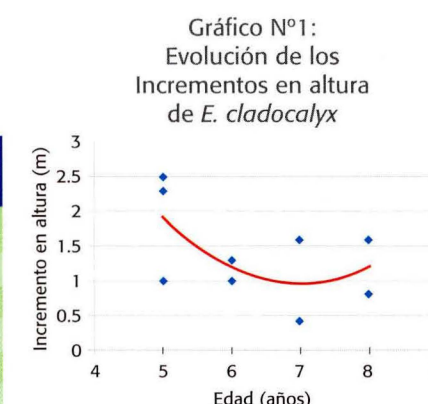
Eucalyptus cladocalyx se considera como una especie de mediano a rápido crecimiento, dependiendo del sitio y de las técnicas silvícolas aplicadas a la plantación.

En un estudio realizado por INFOR en rodales de las regiones IV y V, se obtuvo en promedio un crecimiento inicial lento, variando de 2,3 a 2,5 metros de altura a la edad de cinco años. Sin embargo, entre los cinco y seis años de edad, el crecimiento fue de 1 a 1,3 metros de altura/año. En los años siguientes, en general, los incrementos en altura alcanzan en promedio a 0,8 metros, con mínimos de 0,4 metros y máximos de 1,6 metros (Perret *et al.*, 2002). Estos incrementos se pueden observar en la Tabla N°1 y Gráfico N°1.

Los mejores resultados obtenidos con *E. cladocalyx* fueron encontrados en una situación costera, sobre suelos arenosos, profundos y con una precipitación cercana a los 300 mm, a la edad de 15 años, con una densidad de 600 árboles/ha, con un diámetro promedio de 20,6 cm y una altura media de 14,1 m (INFOR, CORFO 1986).

Tabla N°1:
Incrementos en altura
registrados para
E. cladocalyx

Edad (años)	Incremento (m/año)
5	2,3
5	2,5
5	1
6	1,3
6	1
7	0,4
7	1,6
8	0,8
8	1,6



¿QUÉ BENEFICIOS TIENE Y QUÉ PRODUCTOS SE PUEDEN OBTENER?

Su relativo rápido crecimiento, la buena capacidad de retoñación, los bajos requerimientos de suelo y su habilidad para adaptarse a zonas con bajas precipitaciones, son algunas de las características que posee esta especie, que la hacen apta para la zona semiárida chilena. Por su capacidad de producir cosechas aceptables en suelos relativamente pobres y con estación seca prolongada, la especie es recomendable para plantaciones en lugares que, por su deterioro, no son aptos para la agricultura, pero sí para la forestación.

En la Región de Coquimbo, de todas las especies de *Eucalyptus* ensayadas, *E. cladocalyx* presenta la mejor forma, lo que junto a sus propiedades físicas la hacen apta para obtener productos tales como: postes para cercos y transmisión, leña y carbón, estacas, pilotes de puentes y durmientes.

Entre otros usos destacan: cortinas cortavientos y su aptitud melífera. Además, por su capacidad de adaptación a suelos salinos y a la sequía, se puede utilizar para la protección de tierras erosionadas y para la estabilización de dunas en las zonas áridas y semiáridas del país (Prado *et al.*, 1986). En cuanto al largo de la rotación, dependiendo de la calidad del sitio, de las técnicas silviculturales aplicadas y de los productos que se espera obtener, esta puede ser de 15 a 20 años (INFOR, 2001).

Los usos y productos posibles de obtener a partir de plantaciones de *E. cladocalyx*, permiten disminuir la presión por el aprovechamiento de los recursos leñosos nativos y representan una alternativa para diversificar la base productiva.

EL MERCADO



Actualmente, en la IV región existe un mercado potencial para productos primarios como postes y polines, el cual puede ser abordado por las Comunidades Agrícolas, Sociedades Agrícolas y productores que desean ampliar su base productiva. Para esto se cuenta con una disponibilidad de suelos para la producción maderera, sin interferir con la significativa producción agropecuaria de la Región. La superficie potencial para la forestación con esta especie en la IV Región, alcanza una cifra aproximada de 696.000 ha (Perret y Avila, 2003).

E. cladocalyx representa una alternativa promisoría, que permitiría, a mediano plazo, satisfacer la demanda interna de madera para uso agrícola, generada por los sectores agrícolas y vitivinícola.

Conociendo la situación de la zona en términos de mercado, los productos madereros primarios son

los que cobran mayor importancia dado que existe un sector que requiere de estos productos para la implementación de sus plantaciones, cercos y deslindes.

Cabe señalar, además, que esta Región cuenta con una buena infraestructura de caminos y puertos, lo que permitiría, a futuro, pensar en la posibilidad de exportación de los productos primarios que podrían generarse con la plantación de esta especie.

El objetivo de desarrollar este mercado en la IV Región, es impulsar al sector forestal en la zona árida del país a través de la promoción, generación y aprovechamiento eficiente del recurso forestal, originado a partir de *Eucalyptus cladocalyx*.

Los precios de los productos de *Eucalyptus cladocalyx* se pueden asimilar a los de *Eucalyptus globulus*, y estos varían según lo indicado en la siguiente tabla:

Producto	Unidad	Región	Precio (\$)
Leña	(t)	V	33.000-34.000
*Polines	2-3''x2,4 m	V y RM	450-600
*Polines	4-5''x 3 m	V y RM	2.000
*Polines	810''x3,5 m	RM	10.500
*Postes	6-7''x 6 m	V y RM	13.000-14.000
*Postes	7-8 '' x 8 m	RM	24.000

* Postes y polines se comercializan por unidad de acuerdo a las medidas señaladas en el cuadro

¿CÓMO ESTABLECER UNA PLANTACIÓN DE EUCALYPTUS CLADOCALYX?

1. PRODUCCIÓN DE PLANTAS

Para lograr obtener plantas de buena calidad y adecuadas para el establecimiento de una plantación es necesario considerar los siguientes aspectos:

a) Semillas

La principal forma de propagación de *Eucalyptus cladocalyx* es por semillas, en cuya colecta se debe considerar a los árboles que reúnen las mejores

características (forma, crecimiento, rectitud, volumen, diámetro de ramas y ausencia de plagas).

El período de floración se concentra en los meses de octubre a mayo y la cosecha de semilla se debe efectuar durante el período de agosto a febrero (INFOR, 2001).

Después de la colecta de los frutos se debe proceder a la extracción de las semillas e idealmente al análisis

de pureza, viabilidad y capacidad germinativa. Para la extracción de las semillas desde las cápsulas se hace uso de la dehiscencia natural que estas experimentan al secarse. El secado de las cápsulas puede efectuarse en hornos o a temperatura ambiente. En el primer caso se usan temperaturas de hasta 40° C, en un proceso que dura entre 36 y 40 horas, mientras que la liberación de las semillas por el secado al aire requiere esparcir los frutos sobre lonas o plásticos, en un lugar seco y bien ventilado por 3 a 4 días (Barros, 1989)

Posteriormente, la agitación o sacudido vigoroso de los frutos secos permite la liberación de todas las semillas desde su interior.

En el caso que la semilla se adquiriera desde terceros, se debe tener en cuenta que *E. cladocalyx* en Chile se encuentra en poblaciones muy reducidas o sólo en pequeñas plantaciones experimentales, por lo que no se cuenta con abastecimiento seguro de semillas y se recomienda recurrir a proveedores comerciales extranjeros. Sin embargo, estudios realizados en el país, han demostrado que en ciertas condiciones, como las presentes en la zona costera de la IV Región, las semillas de procedencias nacionales han demostrado una mayor adaptación, sobrevivencia y crecimiento que algunas semillas provenientes del extranjero. Estos ensayos de procedencia han permitido determinar los orígenes de la semilla de los cuales se puede esperar un mayor crecimiento.

Parra y Chung (1997), evaluaron un ensayo de procedencias a los 31 meses después de la plantación, y encontraron que los genotipos provenientes de rodales nacionales tuvieron mayor sobrevivencia que las procedencias Australianas, sin embargo en diversas características de crecimiento, las procedencias de Wirrabarra y Wilmington mostraron un comportamiento similar a las nacionales, correspondientes a las localidades de Longotoma, Peralillo y Peñuelas. En otro estudio efectuado por INFOR en el año 2002, se encontró que las mejores procedencias, evaluadas a los 12 meses después de la plantación, fueron Flinders Chase y Wirrabarra, para el carácter altura, y Wirrabarra, para el carácter diámetro, y ambas procedencias superaron a los genotipos locales de Illapel y Cabra Corral.

En el caso de adquirir la semilla desde terceros, se deben analizar las condiciones de clima y suelo del lugar de la procedencia y del lugar donde se quiera

plantar. Además, es recomendable solicitar el origen genético de la semilla y su certificación física (pureza, viabilidad, capacidad germinativa, N° semillas por kg).

En general, el porcentaje de germinación es alto, cuando se han tomado los resguardos de almacenamiento, tratamiento y manipulación adecuados. La semilla posee una viabilidad entre 119.000 y 165.000 semillas por kg (Boland et al., 1980).

Las semillas deben mantenerse en condiciones de baja temperatura y humedad relativa. En general, para guardarlas, se utilizan envases plásticos como bolsas u otro tipo de contenedores.

Para prevenir daños causados por hongos durante el almacenamiento, las semillas deben ser tratadas con fungicida. El tratamiento habitual consiste en la aplicación de Pomarsol a razón de 2 a 3 g por kg de semillas.

b) Tratamientos pregerminativos

Las semillas de la mayoría de las especies del género *Eucalyptus* germinan sin necesidad de tratamientos pregerminativos. Este es el caso de *E. cladocalyx* (Boland et al., 1980). Aunque es importante considerar que el tiempo de germinación puede tomar sobre los 20 días.

c) Siembra

El tiempo de permanencia de las plantas en vivero y por lo tanto, el tamaño que se desea alcanzar, está relacionado con la época de siembra. Para *E. cladocalyx* se recomienda sembrar a fines de primavera, para favorecer el poder germinativo (Goor, 1967; citado por Montero, 1987). En la zona semiárida de Chile se recomienda su siembra entre los meses de octubre a noviembre.



En general, la siembra en contenedores se puede efectuar en forma automatizada o manual. La siembra manual se hace utilizando dosificadores de tipo hortícola, sembrando 2 a 3 semillas por receptáculo, ya que resulta más fácil ralear que repicar, tapando luego la semilla con un sustrato más fino, y realizando un riego a baja presión.

Los contenedores deben estar en condiciones de semisombra para que ocurra la emergencia de las plántulas. Esta se puede obtener mediante un sombreadero de malla plástica negra, ramas u otro material logrando una cobertura ideal de 30-50% de semisombra (Serra, 1997). Se debe regar durante las primeras semanas 2 veces al día, para luego continuar con un riego diario. Se deben realizar aplicaciones preventivas de fungicida e insecticida. Las plantas deben quedar en semisombra por un período de 10 a 20 días (Perret y Benedetti, 1995). Para obtener plantas de 30-35 cm de altura con adecuada lignificación, se requieren 6-7 meses desde la siembra hasta el momento de la plantación (Parra, 1986).

d) Contenedores

En el caso de las zonas con déficit hídrico, la producción de plantas a raíz cubierta es el método más recomendado.

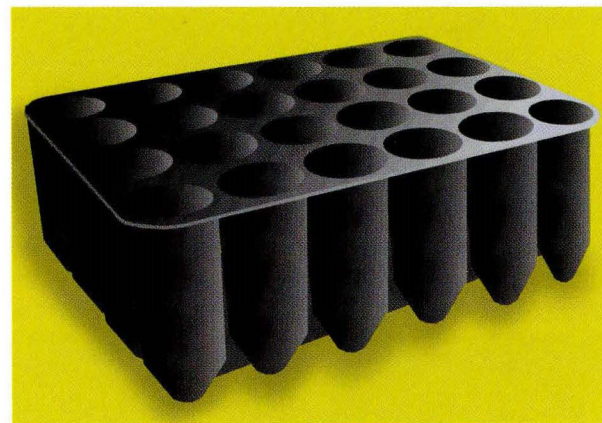
Lo importante a considerar en el momento de elegir el contenedor es que permita producir una planta de calidad para el sitio donde será establecida. En el caso de las zonas áridas y semiáridas, donde las precipitaciones son escasas y las plantas serán expuestas a un prolongado período de sequía, cobra aún mayor importancia producir plantas con sistemas radiculares grandes y abundantes en raicillas, manteniendo una estrecha relación tallo/raíz por volumen (para zonas áridas y semiáridas cercana a 1 idealmente). Por tal motivo se recomiendan contenedores de gran volumen, generalmente se utilizan de 310 cc. (Perret *et al.*, 2000). Otras ventajas de este tipo de contenedores son: buena formación y estructura del sistema radicular y facilidad de traslado a la plantación.

La producción de plantas en macetas (bolsas de polietileno) es ampliamente utilizada en las zonas semiáridas. Sin embargo es recomendable ir sustituyendo las bolsas por otro tipo de contenedor. La conformación del sustrato para producción de plantas en contenedores se compone básicamente

de corteza de pino descompuesta y sin taninos. Es importante tener en cuenta que todo sustrato debe ser esterilizado previo al llenado de contenedores o macetas para eliminar semillas de malezas, enfermedades y plagas. Esto se puede realizar por medios físicos y químicos. En el primer caso puede aplicarse calor al sustrato (e.g. vapor a 60° C durante 30 minutos o más).

Para el control químico, lo más utilizado ha sido el Bromuro de Metilo. Este consiste en gases fumigantes que requieren de un manejo cuidadoso, en dosis de 35 a 40 gr/m². Producto que está descontinuado en el mercado y su uso sólo estará permitido hasta el año 2010 debido al pacto que firmó Chile en el año 1987, donde se compromete a controlar, reducir y eliminar sustancias que dañan la capa de ozono. Existen en el Mercado otros productos que pueden ser utilizados para la desinfección del sustrato como:

- Prodosan, que es una mezcla de insecticida y fungicida. Se aplica disuelto en agua en dosis de 50 gr/lit y esto cubre una superficie de 5-8 m².
- Basimid, es otro insecticida y fungicida alternativo que se aplica a razón de 35 a 60 gr/m², según tipo de suelo y debe permanecer alrededor de 20 días sin utilizar para lograr su efecto.



e) Fertilización y controles químicos

En las distintas etapas de producción de plantas se debe aplicar productos químicos con el objeto de prevenir y controlar enfermedades, plagas y malezas ya que las plantas en los viveros son susceptibles de ser atacadas por agentes bióticos como bacterias (hongos, insectos, nemátodos, roedores, etc) y por agentes abióticos como insolación, heladas y deficiencias nutricionales, entre otros (Parra, 1986). Para prevenir problemas relacionados con hongos,

se recomienda aplicar un fungicida 8 días después de la siembra, por ejemplo Fenaminosulf en dosis de 1 g/m² o Metiran (25 g/100 litros de agua). Esta aplicación se repite durante la emergencia de las plántulas y 5 días después de emergida la totalidad de las plantas (Parra, 1986). Para evitar la infección por hongos, especialmente *Damping off*, la humedad relativa en el vivero no debiera superar el 80%. El control químico de malezas se realiza mediante la aplicación de herbicidas de amplio espectro como Dinitrobutyl (19 lt/ha) 3 días antes de la emergencia, o Nitrofen (7kg/ha), el que se aplica posterior a la siembra.

En relación a la fertilización, en general la aplicación de 1 gr de NPK (2:3:4) granulado por planta suple los requerimientos nutricionales. Se aplica en tres ocasiones con intervalos de 6 a 8 semanas, iniciándose 8 semanas después de la siembra, en dosis de 0,2; 0,4 y 0,4 gr. por planta. En contenedores la aplicación debe hacerse cada 7 a 10 días con una dosis aproximada de 0,1 gr. por planta, iniciándose 6 semanas después del repique (Donald, 1986 citado por Barros, 1989)

f) Riego

Eucalyptus cladocalyx, al igual que la mayoría de las especies forestales, necesita bastante agua en su primera etapa de crecimiento, pero posteriormente debe disminuirse el riego con el objeto de lograr plantas más resistentes y balanceadas en su relación tallo/raíz. De lo contrario, con abundancia de agua (manteniendo el suelo a una humedad de 90-100% del agua disponible) se producen plantas grandes, con tallos y hojas suculentas y raíces pequeñas. Plantas sometidas a cierto estrés hídrico (riego cercano al punto de marchitez permanente o cuando la humedad del suelo se encuentre entre 0-20% del agua disponible) se desarrollan más pequeñas, con mayor cantidad de tejido leñoso y con un cuociente más equilibrado entre tallo y raíz (Parra, 1986; Toumney y Korstian, 1947; citado por Montero, 1987; Muñoz *et al.*, 1989).

Para lograr un efecto de endurecimiento de la parte aérea en la planta, antes de ser trasladada a terreno, los riegos deben distanciarse lo más posible (Serra, 1997). Lo que determina la frecuencia y cantidad de riego es el tamaño requerido para las plantas, una vez alcanzado ese tamaño el riego se debe reducir (Goor, 1964; citado por Montero, 1987).

g) Cuidados culturales

Los cuidados culturales en vivero son muy importantes cuando se trata de obtener plantas de buena calidad. En esta etapa se refleja el futuro desarrollo de las plantas en terreno.

Uno de los cuidados más importante es el movimiento de las bandejas, lo que permite que las plantas obtengan el mismo tiempo de exposición al sol, evitando, de esta forma que las que queden al centro de la platabanda reciban menos luz, lo que afectaría su crecimiento, dando origen a plantas irregulares poco lignificadas, lo que produce su caída cuando alcanzan altura.

Una vez que las plantas van creciendo se eliminan todas aquellas que tienen defectos: torcidas, con manchas foliares, poco crecimiento, con pestes, etc.

Al momento de la plantación es necesario llegar a terreno con plantas sanas, vigorosas y uniformes, para lo cual es necesario hacer una adecuada selección en el vivero.

2. PLANTACIÓN

Diversos estudios realizados por INFOR (Wrann, 1990) confirman la importancia de aplicar técnicas intensivas de plantación para permitir una mayor ganancia en crecimiento (Schönau *et al.* 1981).

- El control de maleza debe ser parte integrante de cualquier método de establecimiento, debido a su efecto en la sobrevivencia inicial.
- El desarrollo inicial de la plantación se asegura con métodos de preparación de suelo más intensivos (surco o subsolado) combinados con control de maleza y fertilización.
- La preparación de suelo debe ser lo más profunda posible, de acuerdo a las condiciones de sitio y los medios con que se cuente.

a) Selección de sitio

La adecuada selección de un sitio o el área a plantar dentro de un predio, en cuanto a accesibilidad, pendiente, profundidad del suelo, exposición, y otros aspectos, es muy importante, ya que a pesar de que la especie se adapta bien a condiciones difíciles, es importante buscar las condiciones más favorables para lograr el máximo crecimiento y en consecuencia, la máxima rentabilidad del negocio. Por esto hay que buscar suelos profundos; con una topografía que permita el trabajo mecanizado y en lo posible

de exposición sur a sur oeste, que presentan condiciones más favorables en términos de humedad.

b) Preparación de suelo

La preparación de suelo permite aumentar la capacidad de retención de agua, facilita la absorción de los elementos nutritivos por la raíz, facilita el desarrollo radicular, tanto en profundidad como lateralmente, y elimina la competencia por malezas. El método más aconsejable para la preparación de suelo es la utilización de maquinarias, como bulldozer o tractor con subsolador. Cuando se emplea tractor se recomienda hacer tres pasadas, una central en donde va la planta y una por cada lado de la línea de plantación, con el fin de remover el terreno en una franja de un metro de ancho y entre 50 a 80 cm de profundidad. Esto permite un adecuado establecimiento de los árboles, que tienen mayor disponibilidad de agua, ya que facilita la infiltración y escasa resistencia al desarrollo de sus raíces, lo que les permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo.

Cuando no se puede emplear maquinaria, la preparación de suelo puede ser realizada con arado de fierro tirado por caballo o bueyes; en este caso, es recomendable realizar al menos tres pasadas de arado, y asegurar un mínimo de 30 a 40 cm de mullimiento del suelo en profundidad.

c) Época de plantación

Se recomienda realizar la plantación con *E. cladocalyx* apenas caigan las primeras lluvias, es decir, entre mayo y julio, asegurándose que exista una adecuada humedad en el suelo.

d) Densidad de plantación

La densidad depende principalmente del objetivo de producción del cultivo y de las condiciones del terreno. Para plantaciones productivas con fines madereros, se recomienda una densidad de 833 plantas/ha (distanciamiento de 4x3m). En condiciones de pendiente y baja disponibilidad de agua, la densidad puede bajar a 625 o menos plantas por hectárea (4x4 m) (Serra, 1997). Con fines silvopastorales, combinación de uso forestal-ganadero, se pueden utilizar densidades menores, entre 333 y 400 arb/ha, considerando espaciamientos amplios entre hileras de plantación para favorecer el desarrollo de la pradera.



e) Plantación

Dentro de los procesos de establecimiento, la plantación es lo más importante. Por muy buena que sea la calidad de las plantas o los tratamientos utilizados en el suelo, si la plantación no se realiza en la forma y época adecuada, las probabilidades de éxito serán escasas (Prado, 1989).

La plantación puede realizarse con azapico, pala neozelandesa u otra herramienta que facilite el hacer un hoyo adecuado al tamaño de la maceta, de modo que la raíz quede bien extendida. Posteriormente, la planta se entierra derecha hasta el nivel del cuello y se debe apisonar moderadamente el suelo para evitar bolsones que retrasan el crecimiento e incluso pueden producir mortalidad.

f) Riego

En plantaciones con *Eucalyptus*, el riego no es un tratamiento común, pero puede ser necesario cuando la plantación está siendo muy afectada por una sequía prolongada o en plantaciones en zonas áridas (Prado, 1991). El gasto de dicha faena viene incorporado en la tabla de costos de forestación de la Ley de Fomento Forestal N° 19.561.

Los riegos en las plantaciones se realizan generalmente el primer y segundo año, según necesidad, especialmente en veranos secos y con mucho viento donde las plantas están expuestas a una alta evapotranspiración. Ante esta situación, es necesario aplicar uno o dos riegos de unos 5 a 10 lt por planta, durante el período seco.

g) Fertilización

La fertilización tiene como objeto ayudar al establecimiento y al crecimiento inicial, estimulando principalmente el desarrollo radicular, propiciando una rápida ocupación del suelo, para aprovechar de forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles.

Los elementos químicos que formarán la base del fertilizante a utilizar, deberán ser determinados a través de análisis químico del suelo, y serán aquellos que se encuentren en cantidades restrictivas para la especie a plantar. Se destacan el Fósforo, Boro, Nitrógeno y Potasio como elementos nutritivos que debieran participar en alguna proporción dentro de la mezcla del fertilizante.

La época de aplicación del fertilizante coincide con la época de plantación. Algunas veces se realiza 2 a 3 semanas después de haber plantado, principalmente por razones operativas.

El fertilizante debe aplicarse en dos pequeñas zanjas, separadas 15 a 20 cm. de la planta, hechas en el sentido de la pendiente, las que después de la aplicación se cubren con tierra, para evitar la pérdida del fertilizante. (García et al., 2000).

Generalmente se aplica el NPK, en dosis de 120 a 180 gr/pl, dependiendo de la calidad de sitio. El máximo beneficio esperado de la fertilización se obtiene cuando ésta se realiza después de una buena preparación de suelo y, lo más importante, con un adecuado control de las malezas (García et al., 2000).

h) Control de malezas

El control de maleza debe ser parte integrante de cualquier método de establecimiento, debido a su efecto en la sobrevivencia inicial.

Eucalyptus cladocalyx se caracteriza por tener poca capacidad para competir con malezas, por lo que se recomienda un control intensivo (CATIE, 1984). Es el tratamiento más simple e importante en el establecimiento de especies de rápido crecimiento, ya que afecta la sobrevivencia y crecimiento en altura y diámetro de las plantas (Nambiar et al., citado por Wrann, 1990).

Existen dos formas de controlar la maleza postplantación: en forma química o manual.

En el control químico, la época de aplicación depende fuertemente del momento en que se haya realizado el control de malezas preplantación, de la estación del año en que ésta se ha llevado a cabo, de la época de plantación, y además de la germinación o aparición de malezas (INFOR-FONDEF, 1994).

Este tipo de control se efectúa en fajas o en superficies completas, cuidando de no aplicar producto sobre las plantas. Los tipos de productos que pueden ser aplicados son: Glifosato, en dosis de 3 y 5 lt/ha; Surfactante, que se aplica con el Glifosato en dosis de 0,1-0,35 lt/ha; Galant-plus, en dosis 2-3 lt/ha. (García et al, 2000). Lo más recomendable es aplicar el fertilizante al momento de la plantación.

El control manual, se realiza con ayuda de un azadón cuidando de no dañar ni el tallo o la raíz de la planta. Esta actividad debe ser muy controlada, ya que el uso de herramientas cortantes en las cercanías de la planta y a una cierta profundidad, pueden dañar las raíces. Se realiza, por lo general, en un radio aproximado de un metro alrededor de la planta (Ellis et al. citado por Wrann, 1990).

i) Control de animales

Toda plantación debe ser protegida con un cerco para evitar el daño de animales domésticos (caprinos, ovinos, etc). Además, la existencia de roedores y lagomorfos (liebres y conejos) puede provocar graves daños. Para evitar este tipo de daños se pueden utilizar repelentes, cebos anticoagulantes o protectores individuales como rejillas metálicas.

La rejilla metálica debe rodear cada planta de tal forma de impedir que los animales las corten. Este método es bastante efectivo, sin embargo, no es aplicable a plantaciones masivas ya que es costoso y de lenta instalación.

INFOR recomienda establecer un cerco con una malla hexagonal enterrada 20 cm en el suelo, que mantiene a los ratones y conejos al margen de los ensayos y a su vez tienen alambre púa para protegerse del ganado mayor y de las cabras.

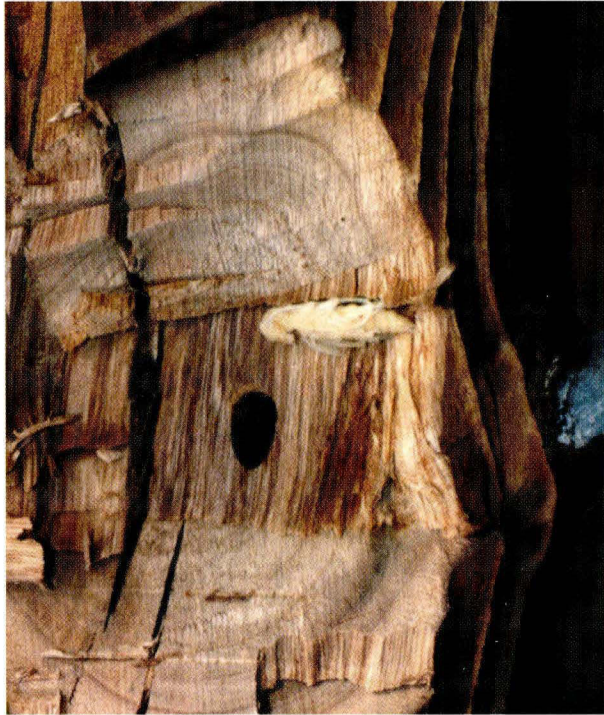
Los cebos con productos anticoagulantes, se colocan en el lugar de la plantación. Este ha resultado ser uno de los métodos más efectivos ya que los productos son específicos, más seguros y de fácil manipulación. Además no representa mayor peligro para otros animales y especialmente para el hombre (Rodríguez, 1992 citado por García et al., 2000).

j) Aspectos fitosanitarios

El taladrador del eucalipto, *Phoracantha semipunctata*, es considerado como la principal plaga específica del género *Eucalyptus* en Chile. Esta plaga ataca árboles en pie, de preferencia individuos débiles y sometidos a condiciones de sequía permanente o por largos períodos, sin relación con la edad (Artigas, 1994). Su principal efecto sobre el árbol se traduce en pérdida de vigor y crecimiento, afectando su rendimiento, provocándole, en algunos casos, la muerte.

Eucalyptus cladocalyx es una especie que presenta un buen nivel de resistencia al ataque de *Phoracantha semipunctata*. (Chararas, 1969^a; Chararas, 1969^b; Hanks et al., 1995).

Además, esta especie se considera inmune al ataque del escarabajo *Gonipterus scutellatus* Gyll que está afectando a *E. globulus* en la zona central de Chile (De la Lama, 1976 y Webb et al., 1984).



PROPIEDADES DE LA MADERA

La madera de *E. cladocalyx* es de color amarillo pálido a café, de textura fina y uniforme y de grano comúnmente entrelazado. Se caracteriza por su dureza y fortaleza. La especie cae dentro de la Clase 1 de durabilidad natural (altamente durable) de la clasificación CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), y tiene una esperanza de vida, bajo y sobre la tierra, de al menos 25 años.

La densidad de la madera en su estado verde es de 1.200 kg/m³ y su densidad en seco (a 12% de contenido de humedad) es 1.100 kg/ m³ (Prado et al., 1986).

Estos valores indican la alta densidad de la madera de esta especie, al compararla con el *Pino radiata* (450 kg/m³) o con el *Eucalyptus globulus* (720 kg/ m³) (Pérez, 1983).

Es por esta propiedad física que *E. cladocalyx* es útil para aplicaciones donde sea relevante el rendimiento en términos de la relación peso-volumen, como en el caso de leña.

A continuación, en la Tabla 2, se muestran cifras de las propiedades físico-mecánicas de *E. cladocalyx*.

Para la compresión paralela, se presentan valores promedio de 293,5 kg/cm² para la tensión en el límite proporcional, 621,1 kg/cm² para tensión máxima y 16.172 kg/cm² para el módulo de elasticidad. Valores altos si se comparan con los de Pino radiata, el cual posee en promedio una tensión en el límite proporcional de 234 kg/cm² y 10.430 kg/cm² para el módulo de elasticidad. La especie *Eucalyptus globulus* se asemeja bastante en la tensión en el límite proporcional, que corresponde a un promedio de 464 kg/cm²; y su módulo de elasticidad es 14.800 kg/cm² (Pérez, 1983), cifra menor que *E. cladocalyx*.

En porcentajes de extraíbles se ha comprobado que esta especie presenta valores cerca del límite superior para especies de zonas templadas (10,41%).

En cuanto a su porcentaje de lignina (21,7% Base Madera Seca), *E. cladocalyx* presenta un valor intermedio a bajo, lo que no afecta su uso para la producción de pulpa y papel.

La fibra que presenta esta especie, en términos cualitativos, se puede describir como entrelazada, compacta y uniforme (De la Lama, 1976).

Las zonas señaladas en el mapa adjunto, entregan superficies indicativas de la distribución potencial de la especie basándose en los requerimientos climáticos y edáficos, las cuales no deben interpretarse

como superficie útil disponible para plantación. Lo importante para la selección del sitio de plantación es lo señalado en este folleto, considerando los aspectos de cada sitio en particular.

Tabla 2: Propiedades Físico Mecánicas de *Eucalyptus cladocalyx* en estado seco

Propiedad	Unidad	Longotoma*	Floresta**
Propiedades físicas asociadas			
Contenido de humedad	%	12,2	12,1
Densidad aparente	Kg/m ³	897,0	736,3
Densidad básica	Kg/m ³	805,4	662,7
Densidad anhidra	Kg/m ³	867,7	702,8
Flexión estática			
Tensión en el límite de proporcionalidad	Kg/cm ²	-	596,6
Tensión de rotura	Kg/cm ²	-	1.011,1
Módulo de elasticidad	Ton/cm ²	-	105,36
Flexión dinámica (tenacidad)			
Resistencia rotura tangencial	N. cm	3.993,3	2.829,9
Resistencia rotura radial	N. cm	3.819,1	2.517,2
Compresión paralela			
Tensión en el límite de proporcionalidad	Kg/cm ²	293,5	294,6
Tensión de rotura	Kg/cm ²	621,1	548,2
Módulo de elasticidad	Ton/cm ²	161,72	11,94
Compresión normal			
Tensión en el límite de proporcionalidad	Kg/cm ²	153,2	138,2
Tensión de rotura	Kg/cm ²	199,7	187,3
Cizalle			
Tensión de rotura tangencial	Kg/cm ²	180,1	155,2
Tensión de rotura radial	Kg/cm ²	147,8	136,3
Clivaje			
Tensión de rotura tangencial	Kg/cm	129,1	114,8
Tensión de rotura radial	Kg/cm	82,6	53,3
Tracción normal			
Tensión de rotura tangencial	Kg/cm ²	67,2	72,4
Tensión de rotura radial	Kg/cm ²	-	58,6
Dureza			
Resistencia normal	Kg	1.186,7	807,0
Resistencia paralela	Kg	1.221,7	926,8
Extracción de clavo			
Resistencia normal	Kg	-	215,4
Resistencia paralela	Kg	-	164,6

Pérez et al, 1982 *Zapallar, V Región **Santiago, R. Metropolitana.

REFERENCIAS

- Abalos, M.; Sarti, P.** Mercado y Comercialización de Maderas IV Región de Coquimbo. (Sin publicar). INFOR. Stgo-Chile.
- Alzugaray, P.; Chung, P.; Gutiérrez, B.; Molina, M.P.** Propagación y Producción de plantas de especies de *Eucalyptus* apropiadas para cultivo en zonas áridas y semiáridas. (Sin publicar). INFOR. Stgo-Chile.
- Artigas, J. 1994.** Entomología Económica: Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario. Ediciones Universidad de Concepción. Vol II. 943 p.
- Barros, S.; Prado, J. 1989.** *Eucalyptus*: Principios de Silvicultura y Manejo. INFOR-CORFO. Stgo-Chile.
- Benedetti, S.; González, M. 1999.** *Eucalyptus camaldulensis*: una alternativa multipropósito para el secano. Documento divulgativo. Instituto Forestal, INFOR.
- Boland, D.; Brooker, M. Y Turnbull, J. 1980.** *Eucalyptus* Seeds. CSIRO. Australia. 191 p.
- Broker, M.; Connors, J.; Slee, V. 2000.** EUCLID: *Eucalypts* of South-eastern Australia. CSIRO.
- CATIE. 1984.** Especies para leña. Arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba, Costa Rica. 343 p.
- Chararas, C. 1969.** Biology and ecology of *Phoracantha semipunctata*, devastating pest of *Eucalyptus* spp. in Tunisia, and methods of protecting the stands. En: Ann. Inst. Nat. Rech. For. Tunis. 1969 2 (3). pp. 37.
- De la Lama, G. 1976.** Atlas del Eucalipto. Tomo 1. Ministerio de Agricultura. ICONA. Madrid. España.
- García, E.; Silva, S.; Sotomayor, A.; Valdebenito, G. 2000.** Establecimiento de Plantaciones Forestales: *Eucalyptus* sp. Documento de Divulgación N°18. INFOR-FDI.
- Hanks, L.; Paine, T.; Millar, J.; Hom, J. 1995.** Variation among *Eucalyptus* species in resistance to eucalypts longhorned borer in Southern California. En: Entomologia Experimentalis et Applicata. 74 : 2; 185 – 194.
- INFOR. 2001.** Sistema de Gestión Forestal para la Modernización de Pequeños Agricultores. Versión Final, WEB 2.0.
- Montero, E. 1987.** Principales factores que intervienen en el desarrollo de las plantas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn en vivero. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 127 p.
- Parra, P. 1986.** Vivero Forestal. Producción de eucalipto en maceta. CONAF RM. Programa de Manejo Forestal. 79 p.
- Parra, P.; Chung, P. 1997.** Comportamiento de procedencias de *Eucalyptus cladocalyx* F. Muell. de 31 meses de edad. Los Vilos, IV Región. En: Forestación y silvicultura en zonas áridas y semiáridas de Chile. Santiago, Chile. p. 153-160.
- Perret, S. 2002.** Análisis de Mercado Objetivo. (Sin publicar). INFOR. Stgo-Chile.
- Perret, S. 2002.** Informe de la creación del vivero y la producción de plantas de *Eucalyptus cladocalyx* (Sin publicar). INFOR. Stgo-Chile.
- Perret, S.; Avila, A. 2003 (En prensa).** Areas Potenciales para *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus cladocalyx* en la IV Región. INFOR. Stgo-Chile.
- Perret, S.; Benedetti, S. 1995.** Manual N°21. Manual de Forestación: Zonas Áridas y Semiáridas. INFOR-CORFO. Stgo-Chile.
- Perret, S.; Mora, F. 2000.** Avance Proyecto Desarrollo Forestal Maderero para la Región Árida del País. INFOR-CORFO. 137 pp.
- Perret, S.; Mora, F.; Jara, R.; Parra, P. 2000.** Producción de Plantas de *Acacia saligna*. Manual 26. INFOR-FDI. 51 p.
- Perret, S.; Mora, F.; Faúndez, J.; Parra, P.; Pinilla, J.C.; Meneses, R. 2002.** Monografía de *Eucalyptus cladocalyx* F. Muell. Proyecto Desarrollo Forestal Maderero para la Región Árida del País. (Sin publicar). INFOR-CORFO. Stgo-Chile.
- Pérez, V. 1982.** Características Físico Mecánicas de Diez Especies de Eucaliptos Crecidas en Chile. Informe Técnico N°84. INFOR-CORFO.
- Pérez, V. 1983.** Manual de Propiedades Físicas y Mecánicas de maderas chilenas. CONAF-FAO. Stgo-Chile.
- Prado, J. A.; Barros, S.; Wrann, J.; Rojas, P.; Barros, D.; Aguirre, S. 1986.** Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. INFOR-CORFO. 168 p.
- Prado, J. A.; Barros, S. 1989.** *Eucalyptus*. Principios de silvicultura y manejo. CORFO – INFOR. 199 p.
- Prado, J. A.; Infante, P.; Ipinza, R.; Bañados, J. C. 1991.** Juvenile growth and drought resistance of 166 families of *Eucalyptus camaldulensis* in the semiarid region of Chile. IUFRO Symposium on intensive forestry: the role of *Eucalyptus*. Pretoria, Sud Africa. Vol. 1 : pp. 276-286.
- Serra, M. 1997.** Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: FAO-PNUMA. Zonas áridas y semiáridas N° 12. 347 p.
- Schönau, A.; Verloren Van Themaat, R.; Boden, D. 1981.** The importance of complete site preparation and fertilizing in the establishment of *Eucalyptus grandis*. S. Afr. For. J. 116: 1-10.
- Webb, D.; Wood, P.; Smith, J.; Herunan, G. 1984.** A Guide to Species Selection for Tropical and Sub-Tropical Plantations. Tropical Forestry Papers N°15. CFI. 256 p.
- Wrann, J. 1990.** Efectos de diferentes métodos de plantación en el desarrollo inicial de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. cladocalyx* y *E. sideroxylon* en la zona árida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 04(1): 069-088.



INFOR
Instituto Forestal

SANTIAGO

Huérfanos 554
Casilla 3085
Fono: (56-2) 693 0700
Fax: (56-2) 638 1286

CONCEPCION

Camino a Coronel
Km 7,5 - Casilla 109 C
Fono: (56-41) 27 9273
Fax: (56-41) 27 9273

VALDIVIA

Fundo Teja Norte
Casilla 385
Fono: (56-63) 21 1476
Fax: (56-63) 21 8968

COYHAIQUE

Baquedano 645
Fono: (56-67) 23 3585
Fax: (56-67) 23 3585

<http://www.infor.cl>