



GOBIERNO DE CHILE  
FUNDACION PARA LA  
INNOVACIÓN AGRARIA

# **INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN**

**Proyecto BID-PI-C-2001-1-F-050**

**MASIFICACIÓN CLONAL DE GENOTIPOS  
FORESTALES DE INTERÉS COMERCIAL PARA  
LA ZONA ÁRIDA Y SEMI ÁRIDA DEL PAÍS**

**Enero 2006**

*BID-PI-C-2001-1-F-050: MASIFICACIÓN CLONAL DE GENOTIPOS  
FORESTALES DE INTERÉS COMERCIAL PARA LA ZONA ÁRIDA Y SEMI  
ÁRIDA DEL PAÍS*

<b>OFICINA DE PARTES - FIA</b>	
<b>RECEPCIONADO</b>	
Fecha	13 ENE 2006
Hora	
Nº Ingreso	308 1300

## CONTENIDO

<b>I. ANTECEDENTES GENERALES</b>	2
<b>II. RESUMEN EJECUTIVO</b>	3
<b>III. TEXTO PRINCIPAL</b>	4
Resumen de la Propuesta Original	4
Cumplimiento de los objetivos del proyecto	7
Descripción breve de los impactos obtenidos	11
Aspectos metodológicos del proyecto:	11
Resultados	45
Ficha técnica y análisis económico	84
Problemas enfrentados	95
Calendario de ejecución programado y real	96
Difusión y transferencia tecnológica	97
Impactos del proyecto	107
Conclusiones y recomendaciones	109
Anexos	110
Bibliografía	111



## **I. ANTECEDENTES GENERALES**

Nombre del Proyecto: Masificación Clonal de Genotipos Forestales de Interés Comercial para la Zona Árida y Semi Árida del País

Código: BID-PI-C-2001-1-F-050

Región: IV, V y VIII.

Fecha de aprobación o adjudicación: Noviembre de 2001 (en Sesión Extraordinaria N° 114 del Consejo Directivo de la Fundación para la Innovación Agraria).

Concurso: FIA de Proyectos de Desarrollo e Innovación en Biotecnología 2001

Agente Ejecutor: Instituto Forestal

Asociados: CONAF V Región, Vivero Cavilolén Los Vilos, Comunidad Agrícola Cuz Cuz, Illapel, Sociedad Agrícola y Ganadera El Tanque, Tongoy

Coordinador del Proyecto: María Paz Molina Brand

Costo Total:

Aporte del FIA:

Periodo de Ejecución: Diciembre 2001 a Diciembre 2005

## II. RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto FIA – BID: “Masificación Clonal de Genotipos Forestales de Interés Comercial para la Zona Árida y Semi Árida del País” fue ejecutado desde diciembre de 2001 a diciembre de 2005 por el Instituto Forestal (INFOR) en conjunto con las instituciones asociadas: Vivero Forestal Cavilolén, Sociedad Agrícola y Ganadera El Tangué, Comunidad Agrícola de Cuz Cuz y CONAF V Región.

Su objetivo fue aumentar la productividad de las plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. cladocalyx* que se establezcan en las zonas semiáridas del país, principalmente en la IV y V regiones.

Para tal efecto, el proyecto seleccionó individuos de características productivas superiores de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*, capaces de expresar esta superioridad aún en sitios con severas limitaciones hídricas, y estableció con ellos una base genética *in situ* y *ex situ*.

En el caso particular de *E. camaldulensis*, el proyecto desarrolló una metodología operativa para la clonación de estos genotipos mediante técnicas de micro y macropropagación, obteniéndose protocolos de cultivo *in vitro* y enraizamiento de estacas, disponibles para consulta pública y replicables por potenciales emprendedores (escalamiento comercial del material genético), o investigadores que requieran aplicarlo a nuevos genotipos de interés.

El material genético seleccionado y multiplicado por el proyecto se representó en tres ensayos clonales establecidos en terreno. Estos ensayos generarán la información básica para orientar los esquemas operacionales de aprovechamiento clonal de los genotipos seleccionados, y permitir de esta forma establecer plantaciones operacionales en las zonas semiáridas del país.

El proyecto también permitió complementar las capacidades de equipo e infraestructura de la institución beneficiaria, contribuyendo a equipar un laboratorio y a reacondicionar un invernadero. Ambas unidades fueron empleadas para obtener los resultados del proyecto y en el futuro permitirán la prestación de servicios a proyectos institucionales o a terceros.

La ejecución del mismo contempló un año más que lo previsto originalmente, situación que obedeció a las dificultades enfrentadas inicialmente para desarrollar los protocolos de micropropagación. El retraso en esta etapa necesariamente postergó la obtención de las plantas para establecerlas en los ensayos clonales, los cuales fueron instalados justo al término del proyecto. A pesar de la postergación implementada, no fue posible desarrollar los protocolos de multiplicación de *E. cladocalyx*, materia sobre la que se sugiere insistir en nuevos proyectos de investigación, por cuanto la especie ofrece un alto potencial para el desarrollo forestal de las zonas semiáridas.

### III. TEXTO PRINCIPAL

#### Resumen de la Propuesta Original

Existe concordancia en que la diversificación forestal con especies del género *Eucalyptus*, tales como *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*, representa una alternativa efectiva y viable, debido a que estas se adaptan en forma eficiente a las condiciones locales de las zonas semiáridas de Chile y a que han sido probadas desde la década de los '60 con buenos resultados en crecimiento y sobrevivencia.

El cultivo de tales especies brinda interesantes oportunidades de comercialización y autoabastecimiento de madera a las Comunidades Agrícolas, Sociedades Agrícolas y Productores vitivinícolas y frutícolas que desean ampliar su base productiva, en particular en los períodos con escasa demanda de sus productos o bien autoabastecimiento de insumos como son las maderas redondas (polines, estacas, tirantes, postes, etc.).

Las especies consideradas en el plan de clonación de genotipos de interés, han sido ensayadas y evaluadas con anterioridad, exhibiendo la ventaja adicional de no competir con otros productos de importancia agrícola para la zona árida, donde existe una disponibilidad importante de suelos para la producción maderera, que no interfieren con la significativa producción agropecuaria de la región.

La propagación vegetativa de *Eucalyptus ssp.* es una realidad en varias empresas forestales, donde es considerada estratégica en el mejoramiento de la productividad y calidad de los bosques. La silvicultura intensiva clonal adquiere una gran importancia, debido a que reduce las edades de explotación; mejora la calidad de la madera en un menor lapso y por unidad de área; racionaliza las actividades operacionales; y reduce los costos de explotación y transporte.

De modo general, dentro de las ventajas de la utilización de esta técnica, está la uniformidad de las plantaciones, adaptación de clones específicos para determinados sitios y maximización de la producción de la madera en cantidad como en calidad deseable para determinados fines, en comparación con plantaciones originadas de plantas obtenidas por semilla.

De acuerdo a las consideraciones anteriores se elaboró esta propuesta cuyo objetivo principal fue aumentar la productividad de plantaciones de Eucalipto que se establecerán en la zona árida y semiárida a partir de material vegetativo de individuos superiores de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. cladocalyx*. Los objetivos específicos conducentes a lograr este objetivo general fueron:

- Obtener individuos micropropagados a partir de individuos seleccionados, lo que involucra además de la clonación el rejuvenecimiento del material adulto.

- Acondicionar las instalaciones del Laboratorio de INFOR Concepción para actividades de micropopagación
- Comercializar y poner a disposición de usuarios plantas propagadas por estacas a partir de material adulto rejuvenecido por micropopagación
- Transferir protocolos de enraizamiento de estacas e información generada en el proyecto para las especies consideradas.

El procedimiento para lograr los objetivos se basó en el acondicionamiento de las instalaciones del laboratorio de Biotecnología de INFOR en la ciudad de Concepción; en la selección y sanción de árboles entre las regiones metropolitana V y IV; y en el rejuvenecimiento y clonación de genotipos seleccionados de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. cladocalyx* a través de la técnica de micropopagación.

El material micropopagado dio origen a setos productores de estacas (cutting), los cuales luego de validar la técnica de enraizamiento, se utilizaron para multiplicar los clones selectos y producir plantas para establecerlas en ensayos clonales. A partir de estos ensayos se evaluará el comportamiento de los clones en plantación.

Se capacitó a personal de CONAF en la producción de plantas clonadas a partir de esta técnica de enraizamiento de estacas. De este modo y una vez conocido el comportamiento de los clones en plantación, esta institución o viveristas y productores interesados podrán transferir o comercializar este material genético de alto valor. Paralelamente, se elaboraron protocolos de micro y macropopagación de *E. camaldulensis* como un documento de divulgación nacional.

Los principales beneficiarios de los resultados y productos del proyecto son Comunidades Agrícolas, Sociedades Agrícolas y otros productores privados que se verán favorecidos a partir de la incorporación de los productos derivados de las plantaciones de *Eucalyptus* resistentes a la sequía. Este aspecto es especialmente relevante, particularmente si se considera la disminución progresiva de disponibilidad de madera en la región árida y semiárida. Por lo mismo, el proyecto contribuye a beneficiar al sector forestal maderero de la región involucrada, a través de la masificación de genotipos superiores de especies de eucalipto de interés comercial, cuyas principales características son su bajo requerimiento hídrico y su adecuado desarrollo bajo tales limitaciones.

## Cumplimiento de los objetivos del proyecto:

PROPUESTA ORIGINAL				RESULTADO EJECUCIÓN PROYECTO		
Obj. Esp. N°	Resultado Esperado	Indicador	Meta Final	Resultado Obtenido	Descripción	Diferencias con Original
1	Obtención de una base genética <i>in situ</i> de individuos superiores	Documentación e identificación en terreno de cada individuo seleccionado	60 clones seleccionados	Obtención de una base genética <i>in situ</i> de individuos superiores (62 individuos de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> y 43 de <i>Eucalyptus cladocalyx</i> )	A cada uno de estos árboles se les confeccionó una ficha de identificación en la cual se especifican todos los detalles relevantes del árbol y su ubicación. (las fichas de cada árbol se incluyen como anexo de este informe)	No existe Brecha. Finalmente se seleccionaron y sancionaron más de los individuos propuestos
1	Protocolos de micropropagación para los individuos seleccionados	Documento técnico	40 individuos al menos con un 50% de éxito en micropropagación	Protocolo de micropropagación operativo de <i>E. camaldulensis</i> para 13 clones	Se aplicaron alrededor de 13 protocolos de micropropagación para <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. cladocalyx</i> y sólo se obtuvieron resultados para 13 clones de <i>E. camaldulensis</i> . En el caso de <i>E. cladocalyx</i> se obtuvieron sólo 2 clones enraizados que fue posible aclimatizar y endurecer en vivero, pero no fue posible representarlos en los ensayos clonales debido a falta de madurez de las plantas madres para la producción de estacas.	Existe Brecha. Se propagaron operativamente 13 clones de <i>E. camaldulensis</i>
1	Creación de un banco de germoplasma de individuos valiosos	Setos productores de cuttings en vivero INFOR Concepción	30 setos por individuo seleccionado	<b>Banco de Laboratorio:</b> 13 clones de <i>E. camaldulensis</i> y 8 clones de <i>E. cladocalyx</i> <b>Banco de Vivero:</b>	<b>Banco de germoplasma de laboratorio:</b> los clones permanecen <i>in vitro</i> en un medio de multiplicación, donde se subcultivan cada 30 días. <b>Banco de Vivero:</b> corresponde a plantas madres que son mantenidas en macetas de 2,5 litros y que serán traspasadas a contenedores mayores.	Se agrega Banco de Laboratorio

PROPUESTA ORIGINAL				RESULTADO EJECUCIÓN PROYECTO		
Obj. Esp. N°	Resultado Esperado	Indicador	Meta Final	Resultado Obtenido	Descripción	Diferencias con Original
1	Base para la comercialización e intercambio de genotipos superiores	Convenios de colaboración y asistencia técnica con instituciones de transferencia	2 Convenios (IV-V Región)	Base para la comercialización e intercambio de genotipos superiores	Se postergó hasta disponer de los resultados de los ensayos clonales. INFOR procedió a transferir un documento para la implementación de un invernadero para la clonación de individuos a través del enraizamiento de estacas, también se capacitó al personal de vivero de las entidades asociadas y se les transfirió material clonal para la realización de pruebas de enraizamiento. En esta actividad se involucraron CONAF V Región (Vivero La Ligua) y Vivero Cavilolén de Los Vilos.	Brecha: Postergación de Convenios formales para la comercialización del material genético mejorado. El material no puede ser comercializado antes de ser evaluado en terreno (ensayos clonales)
2	Complementación de equipamiento de laboratorio de cultivo de tejidos (destilador, desionizador, autoclave)	Micropopagación de clones con una alta eficiencia	Laboratorio institucional de alta tecnología	Complementación de equipamiento de laboratorio de cultivo de tejidos (destilador, desionizador, autoclave)	A partir de la ejecución del proyecto y Aportes FIA se consiguió completar el laboratorio de Micropropagación y desarrollar la investigación tanto es su parte exploratorio como operativa. Adicionalmente el proyectó proveyó de los insumos necesarios para el desarrollo de todas las actividades comprendidas en esta área	No existe Brecha

PROPUESTA ORIGINAL				RESULTADO EJECUCIÓN PROYECTO		
Obj. Esp. N°	Resultado Esperado	Indicador	Meta Final	Resultado Obtenido	Descripción	Diferencias con Original
3	2 instalaciones (Concepción, IV y/o V región) para producción de plantas a partir de setos (estacas)	Vivero e invernadero para propagación por estacas en forma operativa	2	2 instalaciones (Concepción, IV y/o V región) para producción de plantas a partir de setos (estacas)	INFOR con aporte FIA de este proyecto acondicionó un invernadero de alta tecnología en la sede Bío Bío de la institución. Este acondicionamiento involucró la reparación del sistema eléctrico y de riego del mismo además de la instalación de camas calientes en todos los mesones del mismo. Este acondicionamiento permitió la producción de ensayos de enraizamiento y la producción de plantas propiamente tal para los ensayos en terreno. Por su parte, CONAF V región, en su vivero institucional de La Ligua, implementó un invernadero para la producción de plantas a partir del enraizamiento de estacas de plantas madres. INFOR procedió a capacitar al personal de vivero y se les entregó un manual técnico con los protocolos de enraizamiento de estacas y su mantención. Adicionalmente a los asociados Vivero Cavilolén de Los Vilos y Sociedad Agrícola y Ganadera El Tangué se les transfirió un manual para la implementación de un invernadero..	No existe Brecha
4	Protocolos operativos de las técnicas de macropropagación	Documento técnico	1	Protocolos operativos de las técnicas de macropropagación	Documento Técnico de Divulgación Nacional donde se señala la técnica más adecuada para la propagación por enraizamiento de estacas de árboles seleccionados y rejuvenecidos a través de micropropagación.	No existe Brecha

PROPUESTA ORIGINAL				RESULTADO EJECUCIÓN PROYECTO		
Obj. Esp. N°	Resultado Esperado	Indicador	Meta Final	Resultado Obtenido	Descripción	Diferencias con Original
4	Establecimiento de 3 Ensayos Clonales	Ensayos instalados para evaluación de ganancias por uso de material clonal en plantaciones	3	Establecimiento de 3 Ensayos Clonales	Se establecieron 3 ensayos clonales 2 en la IV Región (Hacienda El Tangué y Comunidad Agrícola de Cuz Cuz) y uno en la V Región (Comunidad de Pullalli)	No existe Brecha
4	Prestación de servicios a particulares y empresas.	Contratos prestación de servicios	1 ó 2	Generación de una unidad de prestación de servicios a proyectos institucionales	La prioridad de la unidad de servicios ha estado dirigida a la ejecución de proyectos institucionales, particularmente en aspectos de selección de árboles plus, micropropagación y establecimiento de ensayos genéticos.	No existe Brecha
4	Sistematización de información	Documento Final	1	Sistematización de información	Existe una base de datos con todas las fichas de árboles seleccionados y manuales de los ensayos establecidos	No existe Brecha

## Descripción breve de los impactos obtenidos

- ◆ Desarrollo de una base genética árboles seleccionados de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. cladocalyx* para su propagación operativa a través de protocolos validados de micro y macropropagación.
- ◆ Desarrollo de procedimientos de propagación para operativizar la multiplicación clonal de material genético altamente seleccionado, para mejorar la productividad de plantaciones forestales en zonas con limitaciones hídricas.
- ◆ Implementación de ensayos clonales para generar información relevante que apoye el despliegue clonal de genotipos selectos en las zonas semiáridas del país.

## Aspectos metodológicos del proyecto:

### SELECCIÓN Y SANCIÓN DE ÁRBOLES PLUS

Se prospectaron rodales de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx* en las regiones IV, V y Metropolitana. A continuación (**Cuadro 1**) se presentan los rodales visitados y utilizados para la selección de árboles plus. En el **Anexo 1** se encuentra mayor información sobre cada una de los ensayos utilizados para la selección de árboles plus.

**Cuadro 1**  
**Listado de ensayos utilizados para seleccionar árboles plus**

Nº ENSAYO	PREDIO	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	TIPO ENSAYO	ESPECIE	AÑO PLANTACIÓN
1	Fray Jorge	IV	Limarí	Ovalle	Introducción de Especies	<i>E. cladocalyx</i> <i>E. camaldulensis</i>	1966 1968
2	Peralillo	IV	Choapa	Illapel	Introducción de Especies	<i>E. camaldulensis</i> <i>E. cladocalyx</i>	1966-1967-1974 1965-1966-1967
3	Longotoma	V	Petorca	La Ligua	Procedencias	<i>E. camaldulensis</i> <i>E. cladocalyx</i>	1989-1966 1966-1967
4	Peñuelas	V	Valparaíso	Valparaíso	Introducción de Especies	<i>E. cladocalyx</i> <i>E. camaldulensis</i>	1965-1967 1966-1968
5	Santa Marta	V	Valparaíso	Casa Blanca	Introducción y Procedencias	<i>E. camaldulensis</i>	1968-1970-1971

Nº ENSAYO	PREDIO	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	TIPO ENSAYO	ESPECIE	AÑO PLANTACIÓN
6	Coleguado	V	Sn. Antonio	Sn. Antonio	Introducción de Especies	E. cladocalyx E. camaldulensis	1965 - 1967 1966
7	Floresta	R.M.	Melipilla	Maria Pinto	Introducción de Especies	E. cladocalyx E. camaldulensis	1966-1967 1967
8	La Rinconada	V	Petorca	La Ligua	Procedencias	E. camaldulensis	1984
9	MEL-MEL	V	Valparaíso	Casa Blanca	Procedencias y progenies	E. camaldulensis E. camaldulensis	1984-1990 1989
10	Las Palmas	V	San Antonio	San Antonio	Procedencias	E. camaldulensis	1984-1984- 1988-1988
11	Los Quillayes de Chorombo	R.M.	Melipilla	Maria Pinto	Procedencias	E. camaldulensis	1985-1987- 1988
12	Bella Vista	IV	Choapa	Illapel	Procedencias	E. cladocalyx E. camaldulensis	1985 1987-1986
13	Tantehue	R.M.	Santiago	Melipilla	Procedencias y Progenies	E. camaldulensis	1991
14	Cuz Cuz	IV	Choapa	Illapel	Demostrativo	E. cladocalyx	1996
15	Tunga Norte Iita	IV	Choapa	Illapel	Demostrativo	E. cladocalyx	1992-1993
16	Tunga Norte Quellon	IV	Choapa	Illapel	Procedencias y Progenies	E. cladocalyx	1997-2000
17	Cabra Corral	IV	Choapa	Illapel	Procedencias	E. cladocalyx	1992
18	Las Cañas	IV	Choapa	Illapel	Demostrativo	E. cladocalyx	1996
19	Agua Amarilla	IV	Choapa	Los Vilos	Procedencias y Progenies	E. cladocalyx E. camaldulensis	1993 1993
20	Angostura de Galvez	IV	Choapa	Cruce Canela	Demostrativo	E. cladocalyx E. camaldulensis	1999 1999
21	Minera Talca	IV	Choapa	Canela	Demostrativo	E. camaldulensis E. camaldulensis	Adulto 1998
22	Rinconada	IV	Ovalle	Punitaqui	Demostrativo	E. camaldulensis	1998-1998- 1998-1998

Para seleccionar los árboles plus dentro de cada ensayo se utilizó el “Método de árboles de Comparación”. Este procedimiento es el ideal para rodales coetáneos y se basa en determinar la superioridad de un determinado árbol candidato a plus, sobre un grupo de árboles de comparación que crecen en su vecindad, compartiendo el mismo micrositio.

Si el árbol cumple con los requisitos para ser considerado como candidato, se procede a individualizarlo con marcas de pintura y a definir los árboles de comparación para realizar su evaluación.

La evaluación del candidato es la etapa crucial del proceso de selección. Esta se realiza registrando en formularios de campo diseñados específicamente para este fin, las variables que se han definido en forma previa como determinantes para la selección.

La tasa de crecimiento es casi siempre la variable fundamental en los programas de selección, pero existen también otros aspectos importantes de considerar. Las ganancias en forma y rectitud tienen asociadas una ganancia en la cantidad de volumen aprovechable de los árboles, lo que en alguna medida es equivalente a haber mejorado su crecimiento en volumen.

El registro de la información se efectúa tanto para el candidato como para los árboles de comparación. Posteriormente, en función de la superioridad del candidato sobre los árboles de comparación se le asignan puntos que determinan su valor.

El formulario utilizado para el registro de la información de los árboles candidatos considera los siguientes aspectos:

- DAP
- Altura total
- Altura comercial
- Rectitud de fuste: Evaluado con una pauta numérica de cuatro categorías, donde 1 es un árbol con torceduras más que leves y 4 un árbol con fuste perfectamente recto.
- Copa: Evaluada en el candidato al contrastarlo con los árboles de comparación de similar diámetro, y asignando cero puntos si la copa no es distinta que las de los árboles de comparación; 1 o 2 puntos si es más pequeña o mucho más pequeña; y -1 o -2 puntos si esta es más grande o mucho más grande que la de los árboles de comparación. En el caso de los árboles de comparación, estos se evalúan de la misma forma, pero contrastándolos con los demás árboles del rodal.
- Diámetro de ramas: Evaluada por comparación en forma similar al la variable Copa. Se asignan puntos positivos en la medida que el diámetro de ramas es menor; negativos si es mayor; y cero si no hay diferencias.
- Ángulo de ramas: Evaluada por asignación de 1 o 2 puntos positivos en la medida que el ángulo de inserción de ramas es próximo o muy próximo a 90° respecto al fuste; cero puntos si el ángulo de inserción es cercano a 45°; y -1 o -2 puntos si el ángulo es próximo o muy próximo a 0°.



## FICHA SELECCION ARBOLES PLUS.

PROYECTO FIA 9162: Masificación clonal de genotipos forestales de interés comercial para las zonas áridas y semiáridas del país

20

ESPECIE	
Eucalyptus camaldulensis	<input type="checkbox"/>
Eucalyptus cladocalyx	<input checked="" type="checkbox"/>

SELECCIONADOR	Jose gutierrez. - H.soto
FECHA	09-04-2002
PROVINCIA	Choapa
COMUNA	Illapel
LOCALIDAD	Cuz - Cuz
PREDIO	Q.El Peral
RODAL	
EDAD	1996

SANCION	CODIGO ÚNICO
<input type="checkbox"/> PLUS	CLA 20
<input type="checkbox"/> BANCO	
<input checked="" type="checkbox"/> RECHAZO	
APROBADO POR	
FECHA	

### PARÁMETROS DASOMETRICOS

ÁRBOL	ALTURA (m)	DAP (cm)	VOL (m <sup>3</sup> ssc)	RECTITUD (1-5)
1	3,7	4,3	0,0091	3
2	5,2	4,5	0,0094	4
3	5,7	4,2	0,0094	4
4	5,5	5,5	0,0096	4
5	8,2	9,7	0,0112	4
MEDIA				
CANDIDATO	7,5	7,5	0,0105	5

(Fórmula tipo para cálculo de volumen  $V=0,0086 + 0,00033D^2H$ )

### PAUTA DE RECTITUD

1. Torcedura severa con pérdida del eje.
2. Torcedura pronunciada en un plano y otras
3. Torcedura pronunciada en un plano sin pérdida del eje
4. Torceduras leves en más de un plano
5. Recto o con torcedura leve en un sólo plano

### ASIGNACIÓN DE PUNTAJE

VARIABLES	CANDIDATO
ALTURA	
VOLUMEN	
RECTITUD	
TOTAL	

### CROQUIS UBICACIÓN

<p>S 31°38.376'</p> <p>W 71°13.630'</p>
---

### OBSERVACIONES:

Una vez evaluado, se procede a referenciar a cada candidato (GPS, identificación en croquis, etc.), de manera de asegurar que podrá ser fácilmente encontrado cada vez que se requiera volver a él para efectos de sanción, y fundamentalmente para la colecta del material vegetativo que será trasladado a laboratorio para efectos de su micropropagación.

La última etapa del proceso corresponde a la sanción de los candidatos. En ella el árbol vuelve a ser visitado por un sancionador experto, ajeno al grupo que participó en la búsqueda y evaluación. Contando con el puntaje derivado de la evaluación y el análisis crítico efectuado en terreno por el experto, se decide si el árbol será en definitiva considerado como plus y se incorporará al programa de mejoramiento; si se conservará como un elemento constituyente de base genética; o si será rechazado de ambas opciones.

En lo referente al proyecto la sanción definió como árboles seleccionados como plus a 25 *Eucalyptus cladocalyx* y 49 *Eucalyptus camaldulensis*.

### **MICROPROPAGACIÓN DE *E. camaldulensis* Y *E. cladocalyx***

La actividad se inició con una acuciosa revisión bibliográfica de los antecedentes existentes en la literatura especializada, respecto a propagación *in vitro* de *Eucalyptus*, particularmente *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*.

Paralelamente se procedió a adquirir los equipos contemplados en el proyecto para complementar las capacidades del laboratorio institucional de micropropagación (autoclave y destilador con desionizador) así como los insumos requeridos para el inicio de las actividades de micropropagación.

### **Cosecha y Transporte de Brotes desde terreno**

Desde los árboles plus seleccionados se cosechó material vegetativo correspondiente a ramas con brotes del último periodo de crecimiento (**Figura 1**).



**Figura 1: Métodos de cosecha utilizados: Escalamiento y Pértiga**

Una vez que el material es desprendido de la copa del árbol se eliminan secciones no aptas o brotes con daños. De este modo también se reduce el tamaño de las ramas para facilitar su embalaje y se cuantifica que el material extraído sea el suficiente requerido para el laboratorio (Figura 2).



**Figura 2: Colecta de material después de la cosecha en el árbol**

Para el despacho de material desde los puntos de cosecha hasta el laboratorio de INFOR en Concepción, se utilizaron dos tipos de embalajes. El primero correspondió a una nevera de poliestireno expandido en la cual se colocaba el material envuelto en esponjas humedecidas. El otro tipo de embalaje correspondió a cajas de poliestireno más pequeñas, en las cuales se introdujeron frascos plásticos con agua que contenían el material vegetativo a modo de “florero”. Este segundo sistema si bien más engorroso resultó más efectivo que el primero en cuanto a mantener la calidad de los brotes hasta su recepción en laboratorio. En la **Figura 3** se presentan los dos sistemas de despacho utilizados.



**Figura 3: Embalaje del material para despacho a laboratorio**

### **Etapas de desinfección de brotes**

Una vez recepcionado el material de terreno fue sometido al siguiente proceso de desinfección:

- Cortar los segmentos nodales conteniendo al menos una yema de crecimiento vegetativo
- Lavar en 1 litro de agua corriente + 3 gotas de detergente líquido.
- Lavar en 1 l de solución en agua con Captan y Benlate (100 mg de c/u) y dejar por 30 minutos en remojo.
- Desinfectar con hipoclorito de sodio al 10% durante 10 minutos
- Con posterioridad el material se traslada a una cámara de flujo laminar y se enjuaga 3 veces con agua destilada estéril
- Dejar los explantes en una solución antioxidante, compuesta por Ácido Cítrico y Ácido Ascórbico en una dosis de 500 mg/l de c/u, previamente autoclavado por 30 minutos.

## Etapa de Inducción de Brotes

En esta fase se evalúa la contaminación. A los cultivos sanos se les aplica reguladores de crecimiento para forzar las yemas a brotar.

Luego de la desinfección, los segmentos nodales (o el material vegetal a propagar) se colocan en el medio nutritivo MS (Murashige - Skoog, completo), adicionado con 1 mg/l de BA (6-Benziladenina), 0,01 mg/l de ANA (Ácido Naftalén Acético), 20 g/l de sacarosa y 7 g/l de agar. El medio se esteriliza en autoclave a 121°C por 30 minutos a 0,1 Mpa. También se adicionan vitaminas, particularmente Tiamina, Ácido Nicotínico y Piridoxina en una concentración de 0,5 mg/l de modo de nutrir al explante que utilizará el medio (en el Cuadro 2 se describe la composición del medio MS).

Para el cultivo se utilizan como recipientes frascos de borosilicato (“snap” de ½ pulgada de diámetro) sellados con papel de aluminio.

**Cuadro 2**  
**Composición del medio Murashige – Skoog (MS),**  
**utilizado para inducción de brotes**

<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170 mg / lt
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650 mg / lt
Ca CL <sub>2</sub> * 2H <sub>2</sub> O	440 mg / lt
Mg SO <sub>4</sub> * 7 H <sub>2</sub> O	370 mg / lt
KNO <sub>3</sub>	1900 mg / lt
Sulfato ferroso	27.8 mg / lt
Edta ( Quelato de fierro)	37.2 mg / lt
<b>Microelementos</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
Yoduro de Potasio	0.83 mg
Molibdato de Sodio	0.25 mg
Sulfato Cúprico	0.025 mg
Sulfato de Manganeso	22.3 mg
Sulfato de Zinc	8.6 mg
Cloruro de Cobalto	0.025 mg
Acido Bórico	6.2 mg

Los cultivos se mantienen en una cámara de crecimiento a 22+/- 2°C, con un fotoperíodo de 16 horas.

La duración de esta fase, en el caso de explantes de *E. camaldulensis*, fue de tres meses.

## **Etapas de Multiplicación de Brotes**

En esta etapa se inducen los cultivos para la formación de brotes axilares múltiples, mediante la aplicación de hormonas del grupo de las citoquininas (BA). El objetivo es producir una rápida formación de nuevos explantes de los clones establecidos en la etapa anterior de inducción.

En una primera fase, los cultivos fueron multiplicados utilizando el medio MS reducido al 50%, con 0,5 mg/l de BA y 0,01 mg/l de ANA. Las vitaminas correspondieron a Tiamina, Ácido Nicotínico y Piridoxina en una concentración de 0,25 mg/l. Además, se adicionó Hidrolizado de Caseína 75 mg/l, Mio-inositol 50 mg/l y Pantetonato de Calcio en dosis de 1 mg/l. El medio fue suplementado con 20 g de Azúcar comercial (equivalente a la Sacarosa) y Agar (6 g/l).

La etapa de multiplicación demanda del orden de 12 meses para *E. camaldulensis*.

## **Etapas de Elongación de brotes**

Para la elongación se utiliza el mismo medio que para la multiplicación de brotes, pero se baja la concentración de BAP (citoquinina) de 0,5 mg/l a 0,3 ó 0,4 mg/l dependiendo del clon (respuesta a la elongación). Puede ocurrir que el medio de multiplicación sea adecuado incluso para la elongación. Cuando no hay respuesta a la elongación en el medio de multiplicación se procede a disminuir la concentración de BAP.

En aquellos clones más difíciles de alargar se reemplazó el gelificante agar por GELRITE (Laboratorio SIGMA) en una concentración de 2,3 g/l y se modificó la concentración de nitratos en el medio.

Aún con la modificación anterior no todos los clones responden a la elongación, por lo mismo se introdujo una técnica alternativa, basada en el efecto de etiolación producida por la oscuridad en combinación con la mayor elongación que se produce cuando se suprime la hormona del medio.

El medio nutritivo se modifica por una nueva formulación del medio MS, este incluye los macronutrientes reducidos a la cuarta parte, 30 g/l de sacarosa, 6 g/l de agar y 2 g/l de carbón activo, sin hormonas.

Los explantes se mantienen en oscuridad entre 1 a 4 semanas hasta que se produzca la elongación. Posteriormente los cultivos se trasladan a condiciones de luz (16 horas) donde se produce el crecimiento normal del tallo y de las hojas (**Figura 4**).



**Figura 4. Brotes elongados, a la izquierda cuando son retirados de la oscuridad y a la derecha con crecimiento normal del tallo y de la hoja, bajo condiciones de luz.**

Las dos primeras técnicas funcionaron en algunos de los clones, mientras que la tercera produjo el efecto de elongación en la mayoría de los clones de *E. camaldulensis*.

### **Etapas de Enraizamiento de explantes**

En esta etapa del proceso de micropropagación se manifestaron una serie de dificultades por lo cual fue preciso probar muchos medios diferentes antes de definir un medio adecuado para la mayoría de los clones que habían presentado resultados positivos en las etapas anteriores. Esta situación derivó en el retraso de la obtención de plantas enraizadas para el inicio de la fase de macropropagación. En el Cuadro 3 se presentan los diferentes medios probados durante esta investigación

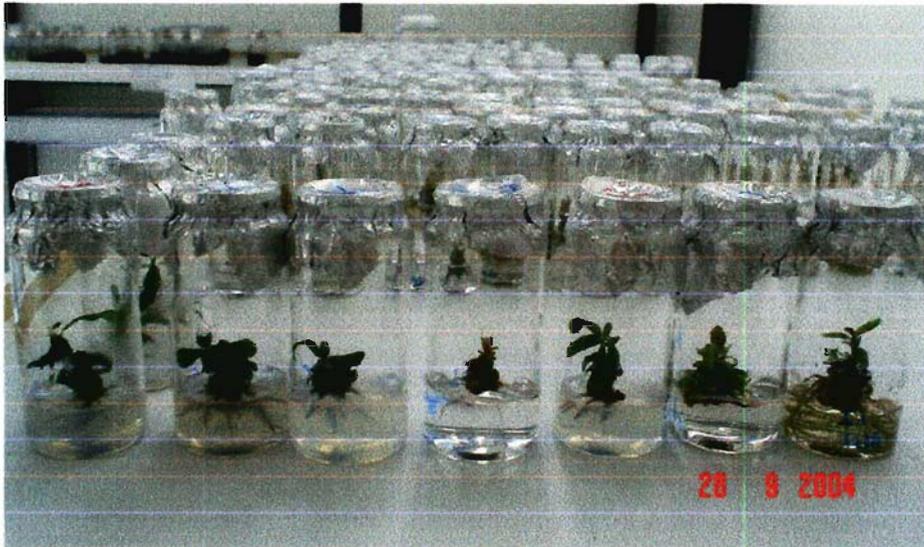
**Cuadro 3**  
**Medios de enraizamiento utilizados para Eucalyptus camaldulensis**

<b>Nomenclatura medio</b>	<b>Constitución medio</b>
Medio 1	$\frac{1}{2}$ MS + 0,1 mg ANA+0,01 mg BA
Medio 2	$\frac{1}{2}$ MS + 0,5 mg IBA.
Medio 3	$\frac{1}{2}$ MS + 0,1 mg IBA.
Medio 4	$\frac{1}{2}$ MS + 0,5 mg ANA+0,01mg BA

Nomenclatura medio	Constitución medio
Medio 5	½ MS + 1, mg ANA+0,01mg BA
Medio 6	½ MS + 1 mg AG3
Medio 7	½ MS + 0,5 mg AG3
Medio 8	½ MS + 0,1 mg AG3
Medio R	½ MS + 1 mg IBA.
Medio 0	½ MS
S.A.	Sin auxina.
Medio 10:	½ MS + 1,5 mg IBA.
Medio 11:	½ MS + 2,0 mg IBA.
Medio 12:	½ MS (sin NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ) + 300 mg de Ca(NHO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 3,0 mg IBA + 1,0 mg ANA.
Medio 13:	½ MS (sin NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ) + 300 ml de Ca(NHO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2,5 mg IBA + 0,8 mg ANA

Paralelamente se observó que el tamaño del brote alargado tenía alta incidencia en el éxito del enraizamiento por lo cual seleccionaron aquellos explantes que tuvieran al menos 5 mm de longitud, de apariencia vigorosa. Estos se cultivan en el medio MS modificado con los macronutrientes a la mitad, adicionado con 1 mg/l de la auxina IBA (ácido Indol- Butírico), sin hidrolizado de caseína y utilizando GELRITE como agente gelificante. Los brotes se colocan durante siete días en oscuridad, para luego ser mantenidos con un fotoperíodo de 16 h luz, a una temperatura de 22 ° C, hasta su traspaso a la etapa de aclimatación (aproximadamente 18 días).

Con este medio de cultivo, se obtiene un 100% de enraizamiento en *E. camaldulensis* (Figura 5). Mientras que en *E. cladocalyx*, la tasa de enraizamiento varió entre 90% a 25 % dependiendo del clon.



**Figura 5: Explantos enraizados de *E. camaldulensis*.**

Adicionalmente, se probaron otros medios de cultivo, utilizando agar, carbón activado y distintas concentraciones de IBA, sin embargo los resultados mostraron que el factor decisivo para la inducción del enraizamiento es utilizar brotes elongados.

### **Etapa de Aclimatación**

Las plantas enraizadas, son traspasadas en cámara de flujo, en grupos de 5 plantas a cajas que contienen sustrato compuesto por turba y perlita, en proporciones iguales, y complementado con un medio nutritivo líquido (MS completo, sin sacarosa). Las cajas se autoclavan 2 veces, por 30 minutos a 0,1 MPa (**Figura 6**).

Luego del cultivo, las cajas se cubren con una doble lámina de polietileno, removiéndola gradualmente a medida que la planta se adapta a condiciones ambientales normales. Una vez retirada completamente la cubierta, las plantas son trasladadas a invernadero y transplantadas en macetas de 3,5 l (**Figura 7**), utilizando corteza de pino como sustrato, suplementada con el fertilizante Osmocote 15-9-12 (3,5 % p/v).



**Figura 6: Cajas de aclimatación.**



**Figura 7: Aclimatación de *E. camaldulensis*.**

## **Banco de Germoplasma en Laboratorio. Conservación de Cultivos *In Vitro*.**

El objetivo de este banco es preservar una reserva de germoplasma de los clones cultivados *in vitro*. El sistema consiste en el subcultivo sucesivo de explantes de cada clon.

Como primera medida, los cultivos fueron transferidos a frascos de 200 ml, para facilitar y agilizar el trabajo en cámara.

Durante este período, los explantes deben permanecer en una fase de multiplicación de brotes, por lo que se ha empleado como medio nutritivo, dos formulaciones específicas del medio MS para esta fase, las cuales se utilizan de acuerdo a la respuesta de cada clon. Los medios son los siguientes:

- **Medio X** (cód. interno): MS con sales y vitaminas reducidas a la mitad, un cuarto de nitratos, Pantotenato de calcio (1 mg/l), Hidrolizado de caseína (75 mg/l), sacarosa (20 g/l), gelrite (2.5 g/l) y BAP en una dosis de 1 mg/l.
- **Medio E4** (cód. interno): MS con los nitratos reducidos a la mitad, Pantotenato de calcio (1 mg/l), PVP (500 mg/l) sacarosa (20 g/l) y phytigel (2.3 g/l). Adicionado con dos reguladores de crecimiento: BAP (1 mg/l) y ANA (0.1 mg/l).

Los cultivos se mantienen en una cámara de crecimiento a  $22 \pm 2$  °C, con un fotoperiodo de 16 horas usando lámparas fluorescentes. Se traspasan a medio fresco cada 28 días.

## **MACROPROPAGACIÓN DE *E. camaldulensis***

### **Reacondicionamiento de Invernadero**

El reacondicionamiento del invernadero, para efectuar las labores enraizamiento de estacas contempladas en el proyecto, consistió en instalar camas calientes en los mesones del invernadero (**Figura 8**) y en la mantención y reparación de los siguientes elementos:

- Reparación de las ventanas laterales, celosías, extractores de aire, malla interior térmica y su sistema de desplazamiento; Instalación sistema de humidificación tipo Fogger en las dos primeras salas.
- Revisión del sistema de riego interior en las tres salas y reparación de la motobomba y equipo asociado. Reposición de los regadores en mal estado y reparación de las líneas de riego. Implementación de un sistema de dosificación de aditivos en línea de riego de una sala.

- Habilitación sistema de extracción de agua desde punteras existentes para abastecer los estanques de acumulación en forma paralela a la red de agua potables, con los filtros necesarios y presurizada para su óptima utilización.
- Reparación de la instalación eléctrica de las camas calientes y de los equipos existentes en cada sala; revisión de los tableros de distribución y control, ubicándolos fuera de la nave del invernadero.
- Reparación equipo de neblina: reparación unidad de presión del equipo de neblina actual, cambio de las unidades de filtro de agua, reparación de las electroválvulas dañadas, reparación del tablero eléctrico y de las unidades de control, adaptar el sistema para una sala y habilitar sensores de humedad. También se consideró la revisión y reacondicionamiento de las líneas y toberas.
- Equipos de aire acondicionado: desmontar los equipos de aire acondicionado de las salas 2 y 3 del invernadero y cerrar las aberturas de las paredes.
- Instalación de extractores de aire: provisión e instalación de un sistema de extracción de aire en las salas 2 y 3 del invernadero existente en la sede INFOR Bío Bío; consistente en la instalación de 2 extractores de aire, del tipo mural fijo, en la zona alta de la pared lado norte, para evacuar el aire más caliente de la sala, provocando un circulación forzada al interior controlado por termostato ambiental apto para ambiente muy húmedos, con sensor remoto e indicación digital. Se contempla un sistema independiente de funcionamiento en cada sala, para obtención de diferente temperatura. Incluye tablero eléctrico y protecciones.



**Figura 8: Instalación de cama caliente**

## Manejo de Setos o Plantas Madres

La preparación de las plantas madres consideró fundamentalmente la adecuada nutrición del seto y la aplicación de podas que le confirieran una estructura de copa compatible con la abundante producción de brotes para confeccionar las estacas.

Las plantas madres se dispusieron bajo invernadero en macetas con una capacidad volumétrica de 3,5 l, utilizando corteza de pino como sustrato, suplementada con el fertilizante Osmocote 15-9-12 (3,5 % p/v. El período de permanencia en invernadero fue de aproximadamente 60 días, momento a partir del cual se apreciaba una lignificación del tallo principal y un mayor desarrollo de la parte aérea de la plantas. Con posterioridad las plantas fueron traspasadas al vivero, con sombradero durante la primera semana, y retiro paulatino de este, de modo de conseguir un endurecimiento de las plantas que les permitiera resistir la primera poda de formación.

Las podas se orientaron a suprimir el crecimiento apical y promover la proliferación de brotes laterales. Normalmente se aplicó un “topping” o poda apical para favorecer el crecimiento de 3 a 5 brotes laterales bien distribuidos. En estos brotes laterales se colectaban las estacas con cortes sobre el primer par de hojas, de modo que de cada corte generará 2 brotes nuevos para una cosecha posterior (**Figura 9**).



**Figura 9: Planta Madre con “topping” para favorecer el desarrollo de brotes**

En lo sucesivo se fueron extrayendo y favoreciendo brotes de modo de conformar una estructura achaparrada, con múltiples brotes y sin dominancia apical.

La rotación para la cosecha de estacas desde las plantas madres debía ser la más corta posible, extrayendo los brotes en cuanto alcanzasen un tamaño y grado de lignificación compatible con la confección de estacas enraizables. Este tiempo es variable y depende de la estación del año. Durante la mitad de la primavera y el verano los brotes demoraban alrededor de 30 días en obtener el tamaño adecuado, constituyéndose en la época adecuada para ello.

### Enraizamiento de Estacas (Macropropagación)

Previo a la definición de un protocolo operativo para el enraizamiento de estacas provenientes de plantas madres, se estableció un ensayo en vivero e invernadero (**Figura 10**), probando tres sustratos (corteza, corteza:perlita y turba:arena) y la aplicación de auxina (ácido indolbutírico, 5.000 p.p.m.) sobre la sobrevivencia y el enraizamiento de las estacas (**Cuadro 4**).

**Cuadro 4:**  
**Tratamientos ensayados en enraizamiento de estacas de *E. camaldulensis***

Tratamiento	Auxina	Sustrato	Lugar
T0	Sin auxina	Corteza de pino	Invernadero
T1	5.000 ppm AIB		
T2	Sin auxina	Corteza : Perlita	
T3	5.000 ppm AIB		
T4	Sin auxina	Arena : Turba	
T5	5.000 ppm AIB		
T6	Sin auxina	Corteza de pino	Vivero
T7	5.000 ppm AIB	Corteza : Perlita	
T8	5.000 ppm AIB	Arena : turba	

El ensayo de enraizamiento consideró 9 tratamientos, estructurados en un diseño completamente aleatorizado, con tres repeticiones de 28 estacas por tratamiento.

Además de las estacas correspondientes al ensayo, se instalaron otras adicionales de los clones 3, 9 y 29 ( 141, 130 y 47 estacas respectivamente), en este caso se instalaron en invernadero bajo condiciones análogas a las del tratamiento T3. Los clones considerados para esta prueba, al igual que el clon 9 descrito anteriormente, también corresponden a réplicas micropropagadas de árboles adultos seleccionados por su tolerancia a condiciones de estrés hídrico en el ensayo de procedencias y progenies de Tantehue.

Los ensayos fueron evaluados 8 semanas después de ser establecidos.



**Figura 10: Ensayos de enraizamiento en invernadero (izq.) y en vivero con protección de polietileno (der.).**

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos preliminares se definió un protocolo de enraizamiento de estacas que fue aplicado para la producción de plantas para el establecimiento de los ensayos clonales.

La confección de las estacas de *E. camaldulensis* se realizó a partir de brotes extraídos desde los setos o plantas madres. Para ello se cortaron, con tijeras de podar en buen estado, aquellos brotes de buen desarrollo, adecuada pigmentación clorofilica, sin evidencias de daños y de consistencia ligeramente flexible, evitando aquellos demasiado herbáceos, muy lignificados o con demasiada ramificación axilar.

A partir de estos brotes se seccionaron segmentos de tallo de 6 a 8 cm de longitud con un par de hojas sanas y un diámetro no inferior a 2 mm. A este respecto se deben privilegiar los segmentos basales y medios del brote, descartando los apicales que son más exigentes en las condiciones ambientales que requieren para mantenerse vivas y enraizar.

El corte basal de cada estaca fue oblicuo para aumentar la superficie de contacto con la hormona y ofrecer un mayor perímetro para la distribución de las raíces. El corte superior fue recto. Adicionalmente las hojas se cortaron transversalmente a la mitad para reducir la transpiración y evitar así que una vez establecidas se traslaparan creando condiciones de escasa ventilación y exceso de humedad, lo que favorecía la proliferación de hongos. Las estacas obtenidas se acumulaban en un balde con solución fungicida (Benlate 0,5 g/l) para posteriormente, manteniendo la identificación del clon, aplicarles el tratamiento hormonal y establecerlas en los contenedores dentro del invernadero.

Las estacas confeccionadas en el paso anterior fueron sometidas a un tratamiento hormonal mediante el cual se le aplicaron auxinas exógenas para mejorar su respuesta rizogénica. Para estos efectos se insertó la base de las estacas en una mezcla de ácido indolbutírico (AIB) con polvo talco, en una proporción de 5.000 ppm. También pueden usarse preparados comerciales de productos para enraizar, que tengan una proporción similar de auxina en la mezcla total.

Aún cuando *E. camaldulensis* es una especie relativamente fácil de enraizar, pudiéndose obtener respuesta rizogénica incluso sin realizar el tratamiento hormonal (Awad y Gutiérrez, 1995), para efectos de aumentar la posibilidad de éxito y la calidad de las raíces adventicias obtenidas, se aplicó la dosis hormonal mencionada.

Una vez aplicado el tratamiento hormonal las estacas se insertaron en contenedores previamente preparados con el sustrato seleccionado arena:turba en partes iguales.

Los contenedores utilizados correspondieron a bandejas de poliestireno expandido (speedlings) de 84 cavidades con un volumen de sustrato por cavidad de 130 cm<sup>3</sup>.

Las estacas tratadas con auxina se establecieron en el sustrato húmedo de los contenedores. Para estos efectos resultó práctico efectuar previamente un agujero de diámetro similar al de la estaca, dentro del cual se insertó la base de esta y se procedió a comprimir para evitar que queden bolsas de aire. Terminada esta operación se sellaron todos los cortes de las hojas y del extremo apical de la estaca con latex fungicida (Podexal o una mezcla de podalatex con Euparen a razón de 2g/l) y se ingresaron al invernadero. Esta medida es de carácter preventivo, observándose que cuando hay un correcto manejo sanitario durante el proceso de enraizamiento esta no tiene ninguna incidencia relevante y se puede prescindir de ella.

El enraizamiento se verificó entre las 6 y 8 semanas, periodo durante el cual las estacas debieron permanecer bajo condiciones de invernadero. Durante este período se procuró mantener una humedad relativa alta (superior al 70%) y una temperatura ambiental de 22 a 24°C. En épocas donde las condiciones ambientales eran más frías (septiembre-octubre) se les proporcionó calor adicional a la base de las estacas, a través de camas calientes, de modo que existiera una diferencia de temperatura de entre 2 y 3°C entre el ambiente y el sustrato. Para efectos de evitar la deshidratación de las estacas el sistema de riego se adaptó de forma que las hojas estuvieran cubiertas por una fina película de agua.

Las condiciones ambientales del enraizamiento (alta temperatura y humedad) son muy favorables para la proliferación de hongos, por tal razón se realizaron aplicaciones preventivas de soluciones fungicidas. Estas se efectuaban dos veces por semana en dosis preventivas y alternando distintos productos para evitar que se desarrollen cepas resistentes a un producto en particular. Los productos utilizados y sus respectivas dosis fueron; Benlate (0,6 g/l), Roural (1 g/l), Captan (1 g/l) y Euparén (2 g/l).

Considerando que durante las primeras etapas las estacas aún no forman raíces, se debe aplicar fertilización foliar para mejorar su sobrevivencia y rizogénesis. En el caso de *E. camaldulensis* se aplicó Bayfolán foliar a razón de 2cc/l, aplicado en forma semanal.

Otra consideración a tener en cuenta es que durante el período de enraizamiento es normal que algunas estacas pierdan las hojas, estas últimas fueron removidas periódicamente desde la superficie del sustrato, para evitar que fueran colonizadas por hongos saprófitos que pudieran aumentar su virulencia y afectar a las estacas vivas.

Una vez enraizadas, las estacas se manejaron en vivero como una planta convencional, hasta que alcanzaron el estado apropiado para ser despachada a terreno para plantación. Dado que las plantas obtenidas serían establecidas en ensayos en la V y IV Región estas fueron sometidas a un endurecimiento, por aproximadamente 40 días, el que involucró la disminución de riegos (1 por semana) y la aplicación de fertilizantes con una mayor proporción de Potasio.

### **Banco de Germoplasma en Vivero**

Actualmente en vivero existen 532 plantas madres de los clones micropropagados y adicionalmente se ha clonado a través de técnica de injertación algunos de los árboles plus seleccionados por el proyecto de modo de mantener *ex situ* material vegetativo disponible para micro y macropropagación (Figura 11).



**Figura 11: Injertos de Árboles plus de *E. camaldulensis***

## Alternativa de Macropropagación de plantas

Como complemento a la metodología tradicional de estaquillado o enraizamiento de estacas, se implementó en forma adicional la técnica denominada de “miniestacas”, la cual fue observada en una visita a las instalaciones de las empresas ENCE-Uruguay y COFUSA (Figuras 12 y 13).



**Figura 12: Vivero Celestino Mutis (ENCE-Uruguay). Obtención de miniestacas de Eucalyptus sp.**



**Figura 13: Vivero COFUSA, Uruguay. Enraizamiento de miniestacas**

Para la aplicación de la técnica de miniestacas, al igual que para el enraizamiento de estacas tradicionales, se requiere un rejuvenecimiento previo de los clones. En el caso del proyecto las miniestacas fueron tomada directamente de las plantas madres obtenidas por micropropagación.

Las miniestacas corresponden a la sección apical de cada rama de la planta original, el que se corta con una longitud de 5 a 6 cm, procurando que sea un brote vigoroso, de color verde homogéneo y sin indicios de daños de ningún tipo. Se utiliza el ápice de la rama con 2 a 3 pares de hojas (**Figura 14**).



**Figura 14: Obtención de una miniestaca desde una planta madre**

Este sistema de producción produciría una mejor calidad de planta y un mayor éxito en el enraizamiento de clones. Durante el último semestre de ejecución del proyecto se probó este sistema aún cuando por la fecha no era posible obtener, a partir de esta técnica plantas “plantables” para los ensayos clonales.

A modo de prueba se establecieron 48 miniestacas pertenecientes al clon 43. Este ensayo se estableció durante el mes de febrero en condiciones controladas de temperatura y humedad. Se aplicó AIB en una concentración de 100 ppm en medio líquido, diluido en alcohol, a través de una inmersión por 1 segundo de la base de la miniestaca en la solución del regulador de crecimiento.

Para enraizar este material se requiere mayor humedad relativa que para las estacas tradicionales. Por lo mismo, se instaló una cubierta de polietileno sobre los mesones del invernadero. Lo anterior junto con mantener alta la humedad relativa y contribuir a mantener la turgencia de las miniestacas provoca también una mayor susceptibilidad a agentes patógenos, demandando una revisión continua de la periodicidad y volumen de agua de riego.

## Capacitación de Asociados en Técnica de Enraizamiento

Dentro del proyecto se contempló la generación de unidades productivas de clones que estuvieran a cargo de los asociados del proyecto, con este fin se desarrollaron las actividades siguientes:

### Preparación Proyecto de Invernadero Artesanal

En reuniones con los Asociados comprometidos a participar en la etapa de macropropagación del proyecto, se detectó la necesidad de instalar un invernadero que reuniera las condiciones mínimas para garantizar el éxito de las actividades de enraizamiento. Por este motivo, se recopiló información y se visitaron prototipos de invernaderos artesanales en la zona de impacto del proyecto (V y IV Regiones) de modo de diseñar y calcular los recursos involucrados en la implementación de una de estas unidades para el desarrollo de las actividades de enraizamiento de estacas por parte de los asociados.

### Preparación Manual de Capacitación en Técnicas de Propagación por Estacas

El objetivo de este documento fue constituir un material teórico básico para las actividades de capacitación en enraizamiento de estacas y transferir así los asociados la capacidad de multiplicar individuos superiores, seleccionados específicamente por su capacidad para desarrollarse en ambientes sometidos a un severo estrés hídrico.

Con posterioridad se visitaron las instalaciones de los asociados comprometidos en esta actividad (Vivero CONAF en La Ligua y Vivero Cavilolén en Los Vilos), con el fin de evaluar la capacidad técnica para el desarrollo de esta labor (Infraestructura y capacitación del personal).

### Entrega de plantas madres a asociados

En Diciembre de 2003, se trasladaron al Vivero Cavilolén (Los Vilos) y CONAF V región (La Ligua) los siguientes clones de *E. camaldulensis*:

N °Clon	Cantidad
9	20
3	10

Las plantas se trasladaron del Vivero de INFOR Concepción a dicho lugares, entregándoles las recomendaciones necesarias para su mantención (riego y fertilización), y manejo de copa para maximizar la producción de estacas enraizables.

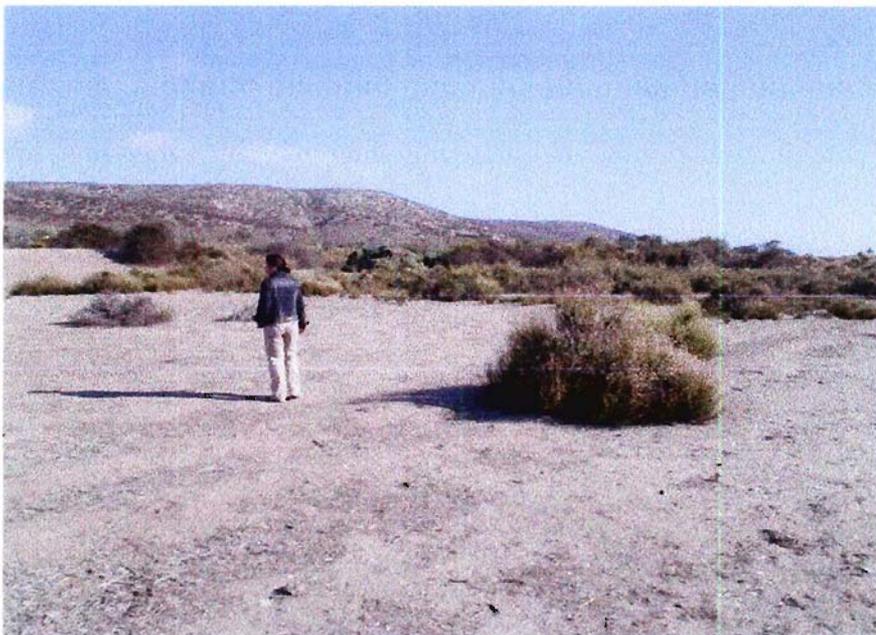
## ENSAYOS CLONALES

Su objetivo es probar el desempeño de los clones en condiciones representativas de aquellas donde serán establecidos operacionalmente.

El proceso de establecimiento de estos ensayos se inició con la selección de sitios, definiéndose que las tres unidades de ensayos serían instaladas en Pullalli, Cuz Cuz y El Tangué (**Cuadro 5, Figura 15**).

**Cuadro 5**  
**Ubicación de los ensayos clonales de *E. camaldulensis***

REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	PREDIO	PROPIETARIO
IV	CHOAPA	ILLAPEL	CUZ CUZ	COMUNIDAD AGRÍCOLA CUZ CUZ
	ELQUI	TONGOY	EL TANGUE	SOCIEDAD AGRÍCOLA Y GANADERA EL TANGUE
V	PETORCA	LA LIGUA	PULLALLI	COMUNIDAD JAVIER ESTAY Y OTROS



**Figura 15: Sitios para establecimiento de ensayos clonales Cuz Cuz (arriba); Pullalli (centro); El Tangué (abajo)**

En estos tres sitios se acondicionó el terreno para la plantación, mediante roce de la vegetación existente, aradura y subsolado del suelo y construcción de cerco perimetral de protección contra animales silvestres y ganado.

La plantación fue manual, a un espaciamiento de 3 X 3 metros y de acuerdo a un diseño previamente definido. En todos los sitios se usó un diseño compuesto por 4 bloques completos al azar, donde cada clon era representado por una parcela lineal de 4 rametos. En total cada clon comprende 16 plantas en cada ensayo.

El numero e identificación de los clones considerados en cada ensayo se presenta en el **Cuadro 6**.

**Cuadro 6**  
**Material genético considerado en los ensayos clonales**

<b>CODIGO CLON</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE TERRENO</b>	<b>Puyayi</b>	<b>Cuz Cuz</b>	<b>El Tangué</b>
1	Ensayo Tantehue. Bq 1; proced 2, Prog 16; Arbol 3	X	X	X
3	Ensayo Tantehue. Bq 1; proced 9, Prog 98; Arbol 3	X	X	X
5	Ensayo Tantehue. Bq 2; proced 2, Prog 9; Arbol 1	X	X	X
6	Ensayo Tantehue. Bq 2; proced 8, Prog 87; Arbol 3	X	X	
9	Ensayo Tantehue. Bq 3; proced 6, Prog 63; Arbol 1	X	X	X
11	Ensayo Tantehue. Bq 4; proced 6, Prog 60; Arbol 1	X	X	X
21	Ensayo Tantehue. Bq 8; proced 3, Prog 22; Arbol 4	X	X	
27	Ensayo Tantehue. Bq 9; proced 2, Prog 19; Arbol 2	X		X
29	Ensayo Tantehue. Bq 10; proced 5, Prog 52; Arbol 1	X	X	X
31	Ensayo Tantehue. Bq 10; proced 8, Prog 81; Arbol 4	X	X	X
43	Ensayo Longotoma 32°24,665'; 71°21,724'	X	X	X
44	Ensayo Longotoma 32°24,676'; 71°20,670'	X		X
50	Plantación masiva Tantehue	X	X	X

La plantación propiamente tal se efectuó durante el mes de octubre de 2005, y en la misma ocasión se aplicó gel, fertilizante y un riego inicial (**Figura 16**). Los detalles del proceso de instalación de los ensayos clonales pueden consultarse en el documento **Anexo 2 “Manual de ensayos clonales de *Eucalyptus camaldulensis*”**.



**Figura 16. Aplicación de gel y fertilizante en el hoyo de plantación (izq.); Aplicación de riego (der.)**

## **SÍNTESIS PROBLEMAS METODOLÓGICOS ENFRENTADO**

La propuesta metodológica original consideraba cosechar material para iniciar los cultivos *in vitro* en marzo de 2002. Sin embargo, los brotes colectados en esa oportunidad resultaron de mala calidad debido a que se encontraban envejecidos. De igual modo se inició el cultivo *in vitro* con ellos, pero no hubo resultados positivos en cuanto a generación de brotes. Los primeros resultados con la aplicación de los protocolos de micropropagación, en sus fases iniciales de desinfección e inducción, se obtuvieron con los brotes cosechados en Agosto y Septiembre del mismo año.

Los protocolos de micropropagación, especialmente en las fases de elongación y enraizamiento reportados por otros investigadores para *Eucalyptus camaldulensis* no funcionaron con la mayoría de los clones de esta especie. En el caso de *E. cladocalyx* no se encontraron antecedentes reportados.

Una vez definido el plazo máximo (31 de octubre de 2004) para la obtención de explantes enraizados de los clones que estarían involucrados en los ensayos clonales no fue posible definir un protocolo para *E. cladocalyx*. Cabe señalar que con posterioridad a esta fecha se

logró micropropagar algunos explantes de esta especie, sin embargo también presentó problemas de sobrevivencia en la etapa de aclimatación en vivero, sobreviviendo sólo dos plantas.

## **SÍNTESIS ADAPTACIONES O MODIFICACIONES INTRODUCIDAS**

De modo de aumentar la calidad de brotes que ingresaban al laboratorio se modificó la época de cosecha de estos desde marzo a agosto y el procedimiento de transporte desde láminas de moltoprén humedecidas a “floreros”.

Los protocolos de micropropagación definidos inicialmente fueron modificados generándose una batería de al menos 12 protocolos de acuerdo a distintas variaciones introducidas en los protocolos originales.

Aún cuando estas nuevas pruebas mejoraron los resultados de clonación con *E. camaldulensis*, en *E. cladocalyx* no se obtuvo éxito. Por esta razón se decidió concentrar los esfuerzos en la primera especie con el fin obtener las plantas suficientes para establecer los ensayos clonales.

La necesidad de tener más material vegetativo para los nuevos ensayos de medios, requirió agregar una nueva cosecha de material en terreno y prolongar la etapa de multiplicación en laboratorio.

Las medidas anteriores aunque generaron una alternativa para la consecución de los resultados, clonación de genotipos de interés comercial, suscitó que la finalización del proyecto se prorrogará en un año.

**Descripción de las actividades y tareas ejecutadas para la consecución de los objetivos, comparación con las programadas, y razones que explican las discrepancias**

ACTIVIDADES PROGRAMADAS						ACTIVIDADES REALIZADAS		
Obj. Esp. N°	Actividad N° (*)	Resultado	Indicador	Meta Final	Plazo (**)	Meta Alcanzada	Fecha de Logro	Descripción Discrepancias
1	6	Etapas de selección de individuos superiores según objetivo de selección	Clones seleccionados	60	Mar-02	88	Mar-02	Se seleccionaron más árboles de los presupuestados de modo de aumentar la probabilidad de éxito en la micropropagación de genotipos
1	14 (7)	Micropropagación del material	Clones micropropagados	40	Oct-04	21	31-10-2004	No se alcanzó meta de clones micropropagados debido a que aunque se probaron muchos más de lo protocolos propuestos existe aparentes condiciones genéticas. Ello era esperable, pero en un menor número de clones. Se obtuvo sólo respuesta en el 50% de lo esperado.
1	15 (9)	Validación de Protocolo	Protocolos validados	1	Dic-04	1	Dic-04	Si bien los plazos se cumplieron, se consiguió sólo un protocolo depurado para la clonación de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> y parcial para un mínimo de clones para <i>E. cladocalyx</i> . Este último no puede ser definido como operacional.
1	198	Informes de gestión Semestral	Informe Semestral	1 por semestre (Total 6)	Dic. 2004	7	Feb-05	La discrepancia en meta y plazo se explica por la prórroga del proyecto desde Diciembre de 2004 a Diciembre de 2005
1	207 (65)	Reuniones Consejo Consultivo	Número de reuniones	6	Jun-05	4	Jun-05	Las reuniones restantes, fueron específicas con cada asociado para tratar temas puntuales como son la selección de sitios, apoyo en la instalación de ensayos y visitas de supervisores de la institución.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS						ACTIVIDADES REALIZADAS		
Obj. Esp. N°	Actividad N° (*)	Resultado	Indicador	Meta Final	Plazo (**)	Meta Alcanzada	Fecha de Logro	Descripción Discrepancias
1			Setos establecidos	120	Jul-04	823 plantas madres o setos	Dic-05	Se obtuvieron más plantas madres por clon de lo presupuestado; 50 en promedio para <i>E. camaldulensis</i> y 3 para <i>E. cladocalyx</i> ; sin embargo, fueron menos los clones que fue posible enraizar en la fase de micropropagación
1	73 (12)	Macropropagación de Cutting	Propágulos ensayados	540 estacas iniciales por clon	Nov-Dic 2004	201 en promedio por clon (15 clones)	Dic-04	No fue posible establecer más estacas por clon antes de la fecha límite (dic-2004) en la cual se dispondría del tiempo necesario para obtener plantas plantables.
1			Estacas Enraizadas	270 estacas por clon	Feb-05	44 plantas en promedio por clon (15 clones)	May-05	Se obtuvo un 22% promedio de enraizamiento de estacas. El porcentaje fue más bajo del esperado (50%), debido a hubo problemas de control de la temperatura en invernadero durante la época estival.
1			Plantas acondicionadas para terreno	162 plantas por clon	Abr-05	68 plantas en promedio por clon (13 clones)	Sep-05	La fecha de obtención de esta meta se postergó hasta de septiembre de modo de prolongar el periodo de endurecimiento de plantas en vivero
2	10 (49)	Adecuación de infraestructura de laboratorios (habilitación de unidad para prestación de Ss)	Laboratorio de Biotecnología en Concepción	1	Ene-05	1	Ene-05	La Unidad quedó habilitada con antelación a la fecha programada, sin embargo la prestación de servicios ha sido priorizando proyectos institucionales.
3	179 (48)	Instalaciones para producción y venta de clones	Setos de Eucalipto como generadores de plantas comerciales para uso en terreno	2 a 3 Instalaciones con setos en la IV a V Región	Oct-04	2	Oct-04	Se hizo traspaso efectivo de plantas madres a asociados del proyecto para pruebas de enraizamiento. CONAF V región materializó la construcción de un invernadero para estos fines. La masificación comercial sólo ocurrirá una vez obtenido los resultados con el desempeño de los clones en los ensayos establecidos (pos proyecto).

ACTIVIDADES PROGRAMADAS						ACTIVIDADES REALIZADAS		
Obj. Esp. N°	Actividad N° (*)	Resultado	Indicador	Meta Final	Plazo (**)	Meta Alcanzada	Fecha de Logro	Descripción Discrepancias
4	169 (41)	Ensayos Clonales demostrativos	Ensayos instalados IV y V Región	3	Jun-05	3	Oct-05	Se consiguió la meta, pero el plazo se postergó hasta octubre con el fin de obtener una mejor calidad de plantas. Para ello la institución está comprometida con la mantención de los ensayos pos proyecto
4	170 (42)	Transferencia Tecnológica	Número de Paquetes Tecnológicos (Guía técnica para construcción invernaderos artesanales; Manual de selección de árboles; Manual de enraizamiento de estacas de <i>E. camaldulensis</i> ; Manual de establecimiento de ensayos)	1	Sep-05	1	Dic-05	Todos los manuales comprometidos fueron obtenidos y se agregó una recopilación bibliográfica de Micropropagación en <i>Eucalyptus</i> sp.
4			Talleres	3	Oct-04	3	Jul-04	Se cumplió la meta y el plazo comprometido
4			Número de propietarios e instituciones capacitados (asociados del proyecto)	4	Dic-04	4	Dic-04	Se cumplió la meta y el plazo comprometido
4			Número de Cursos de Transferencia	2	Jun-04	2	Jun-04	Se cumplió la meta y el plazo comprometido. Correspondió a la capacitación de asociados en la macropropagación de plantas.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS						ACTIVIDADES REALIZADAS		
Obj. Esp. N°	Actividad N° (*)	Resultado	Indicador	Meta Final	Plazo (**)	Meta Alcanzada	Fecha de Logro	Descripción Discrepancias
4			Sistematización de Información (Documento Final)	1	Mar-02	1	Mar-04	Se elaboraron fichas de los árboles seleccionados, revisión bibliográfica de Micropropagación y borrador de documento para publicación de los ensayos de enraizamiento de estacas en el proyecto.
4			Documento técnico macro y micropopagación	1	Oct. 2004	1	Abr-05	El documento se encuentra en imprenta y ya fue sancionado y corregido por FIA.

## RESULTADOS DEL PROYECTO

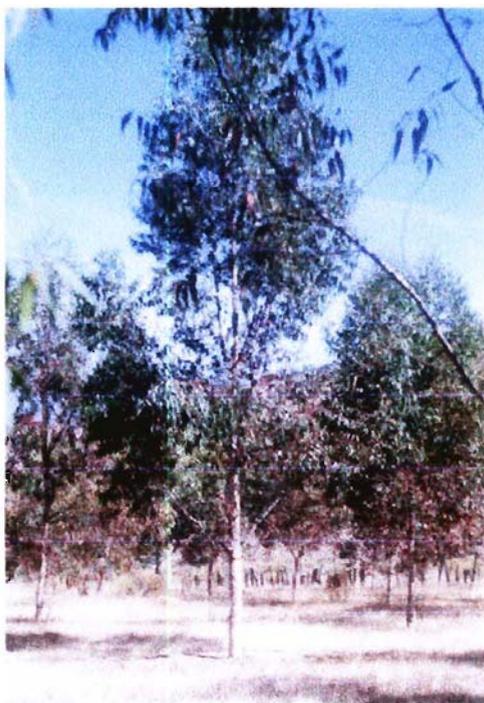
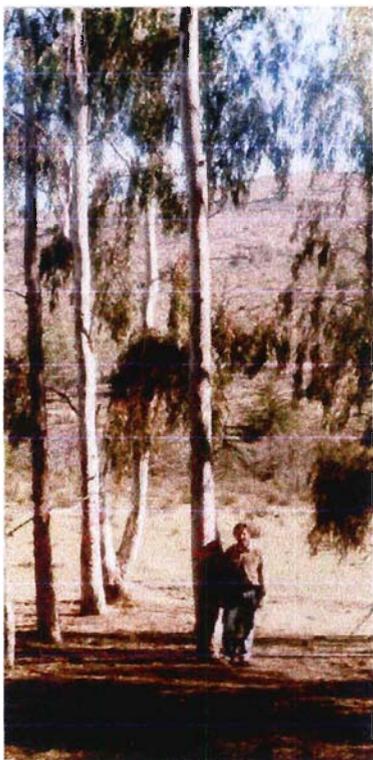
### SELECCIÓN Y SANCIÓN DE ÁRBOLES PLUS

Como resultado del proceso de selección y sanción se identificaron como árboles plus a considerar en las actividades del proyecto los siguientes individuos:

*E. camaldulensis*: 62 árboles distribuidos en los siguientes ensayos: 38 en Tantehue (progenies y procedencias), 4 en Peralillo Interior, 5 en Longotoma, 2 en Rinconada, 3 Tantehue (masivo), 6 en Mel Mel, 2 en Peñuelas y 2 en Bollenar (**Figura 17**).

*E. cladocalyx*: 25 árboles distribuidos en los siguientes ensayos: 1 en Agua Amarilla, 4 en Ilta, 3 en Cabra Corral, 5 en Cuz Cuz, 5 en Peralillo-Camino, 4 en Bellavista y 3 en Peralillo Interior.

En los **Cuadros 8 y 9** se presenta un resumen de los árboles seleccionados. En el **Anexo 3** se incluyen copias de las respectivas fichas de selección de cada árbol.



**Figura 17:** Árbol Plus de *E. camaldulensis* seleccionado el sector de Peralillo, IV región (izq.); Árbol Plus de *E. cladocalyx* seleccionado el sector de Ilta, IV región (der.)

**Cuadro 8:**  
**Resumen de árboles seleccionados de *E. camaldulensis***

N° ARBOL	FECHA	ESPECIE	PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD	PREDIO	AÑO ESTABLEC.	ALTURA (m)	DAP (cm)	VOLUMEN (m³)
1	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	16,8	18,0	0,54
2	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	16,5	19,0	0,60
3	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	19,5	15,0	0,44
4	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	18,0	16,0	0,46
5	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,5	17,0	0,51
6	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,5	24,0	1,01
7	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	15,5	17,0	0,45
8	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	16,5	15,0	0,37
9	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	18,9	19,0	0,68
10	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,0	21,0	0,75
11	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	20,5	17,0	0,59
12	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	15,5	15,0	0,35
13	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	13,5	13,0	0,23
14	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,5	16,0	0,45
15	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	16,5	14,0	0,32
16	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,3	19,0	0,62
17	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	19,3	20,0	0,77
18	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	18,9	19,0	0,68
19	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	16,3	16,0	0,42
20	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,3	21,0	0,76
21	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	18,8	18,0	0,61
22	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,5	16,0	0,45
23	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,0	18,0	0,55
24	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	18,3	18,0	0,59
25	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	16,0	18,0	0,52
26	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	19,3	15,0	0,43
27	02-07-2002	<i>E. camaldulensis</i>	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	18,0	24,0	1,04

N° ARBOL	FECHA	ESPECIE	PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD	PREDIO	AÑO ESTABLEC.	ALTURA (m)	DAP (cm)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
28	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	19,3	21,0	0,85
29	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	20,0	18,0	0,65
30	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	20,8	20,0	0,83
31	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	20,3	21,0	0,89
32	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	20,5	24,0	1,18
33	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	19,8	18,0	0,64
34	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	16,5	18	0,53
35	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	16,3	17	0,47
36	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	14,8	15	0,33
37	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	18,8	13	0,32
38	02-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Melipilla	Tantehue	1991	17,3	17	0,50
39	30-05-2002	E. camaldulensis	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1967	14,00	19,20	0,0175
40	30-05-2002	E. camaldulensis	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1967	21,00	25,50	0,0263
41	30-05-2002	E. camaldulensis	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1967	23,50	29,20	0,0312
42	30-05-2002	E. camaldulensis	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1967	24	30,2	0,0325
43	01-06-2002	E. camaldulensis	Petorca	La Ligua	Loncotoma	Loncotoma	1989	8	12,5	0,0119
44	01-06-2002	E. camaldulensis	Petorca	La Ligua	Loncotoma	Loncotoma	1989	9,2	10,3	0,0117
45	01-06-2002	E. camaldulensis	Petorca	La Ligua	Loncotoma	Loncotoma	1989	14	13,6	0,0149
46	01-06-2002	E. camaldulensis	Petorca	La Ligua	Loncotoma	Loncotoma	1989	12,5	16,9	0,0156
47	01-06-2002	E. camaldulensis	Petorca	La Ligua	Loncotoma	Loncotoma	1989	13,5	17,8	0,0165
48	01-06-2002	E. camaldulensis	Petorca	La Ligua	Rinconada	Rinconada	1975	11,9	14,9	0,0145
49	01-06-2002	E. camaldulensis	Petorca	La Ligua	Rinconada	Rinconada	1975	12,4	16,1	0,0152
50	09-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Tantehue	Tantehue	1991	23	21,5	0,0249
51	09-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Tantehue	Tantehue	1991	22,5	20,2	0,0236
52	09-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Melipilla	Tantehue	Tantehue	1991	21	19,4	0,0220
53	10-07-2002	E. camaldulensis	Valparaiso	La Ligua	Mel - mel	Mel - mel	1989	13,5	14	0,0148
54	10-07-2002	E. camaldulensis	Valparaiso	La Ligua	Mel - mel	Mel - mel	1989	13,8	14	0,0150
55	10-07-2002	E. camaldulensis	Valparaiso	La Ligua	Mel - mel	Mel - mel	1989	13,2	17,8	0,0164
56	10-07-2002	E. camaldulensis	Valparaiso	La Ligua	Mel - mel	Mel - mel	1989	13,8	14,5	0,0152
57	10-07-2002	E. camaldulensis	Valparaiso	La Ligua	Mel - mel	Mel - mel	1989	13,2	13,5	0,0145

N° ARBOL	FECHA	ESPECIE	PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD	PREDIO	AÑO ESTABLEC.	ALTURA (m)	DAP (cm)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
58	10-07-2002	E. camaldulensis	Valparaiso	La Ligua	Mel - mel	Mel - mel	1989	11,8	13,5	0,0139
59	11-07-2002	E. camaldulensis	Valparaiso	Casablanca	Peñuelas	E.I.E	1966	27	29,3	0,0347
60	11-07-2002	E. camaldulensis	Valparaiso	Casablanca	Peñuelas	Peñuelas	1968	32,5	37,3	0,0486
61	11-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Maria Pinto	Bollenar	Q.Chorombo	1988	12	18	0,0157
62	11-07-2002	E. camaldulensis	Melipilla	Maria Pinto	Bollenar	Q.Chorombo	1988	12,5	20,3	0,0170

**Cuadro 9:**  
**Resumen de árboles seleccionados de *E. cladocalyx***

N° ARBOL	FECHA	ESPECIE	PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD	PREDIO	AÑO ESTABLEC.	ALTURA (m)	DAP (cm)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
3	08-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Los Vilos	Los Vilos	Agua Amarilla	1993	7,50	9,00	0,0108
5	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Tunga Norte	Ilta	1992	10,50	11,50	0,0126
6	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Tunga Norte	Ilta	1992	11,50	14,00	0,0139
7	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Tunga Norte	Ilta	1992	9,50	12,50	0,0125
8	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Tunga Norte	Ilta	1992	11,20	15,00	0,0141
10	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Cabra Coral	Cabra Coral	1992	8,50	11,00	0,0117
11	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Cabra Coral	Cabra Coral	1992	8,50	12,00	0,0120
12	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Cabra Coral	Cabra Coral	1992	8,50	13,00	0,0122
14	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Cuz- Cuz	Q. El Peral	1996	9,20	9,50	0,0115
15	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Cuz- Cuz	Q. El Peral	1996	10,00	11,50	0,0124
17	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Cuz- Cuz	Q. El Peral	1996	7,50	7,50	0,0105
18	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Cuz- Cuz	Q. El Peral	1996	9,50	11,00	0,0120
22	09-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Cuz- Cuz	Q. El Peral	1996	9,50	11,00	0,0120
25	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1966	21,00	23,60	0,0250
29	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1966	23,00	44,50	0,0424
30	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1966	22,50	35,40	0,0349
31	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1966	20,50	35,50	0,0326

N° ARBOL	FECHA	ESPECIE	PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD	PREDIO	AÑO ESTABLEC.	ALTURA (m)	DAP (cm)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
32	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1966	22,00	21,00	0,0238
33	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Bellavista	Bellavista	1993	9,50	12,50	0,0125
36	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Bellavista	Bellavista	1993	10,50	15,40	0,0139
38	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Bellavista	Bellavista	1993	12,50	14,00	0,0144
39	10-04-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Bellavista	Bellavista	1993	10,00	15,70	0,0138
41	30-05-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1967	23,5	26,5	0,0292
42	30-05-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1967	26,5	33	0,0375
43	30-05-2002	E. cladocalyx	Choapa	Illapel	Peralillo	Peralillo	1967	29	39	0,0459

## MICROPROPAGACIÓN DE *E. camaldulensis* Y *E. cladocalyx*

### Recopilación de Información

Con los antecedentes e información recogida se elaboró el documento "PROPAGACIÓN DE *Eucalyptus camaldulensis* y *E. cladocalyx* MEDIANTE LA TÉCNICA DE MICROPROPAGACIÓN" cuyo borrador se encuentra en el **Anexo 4**.

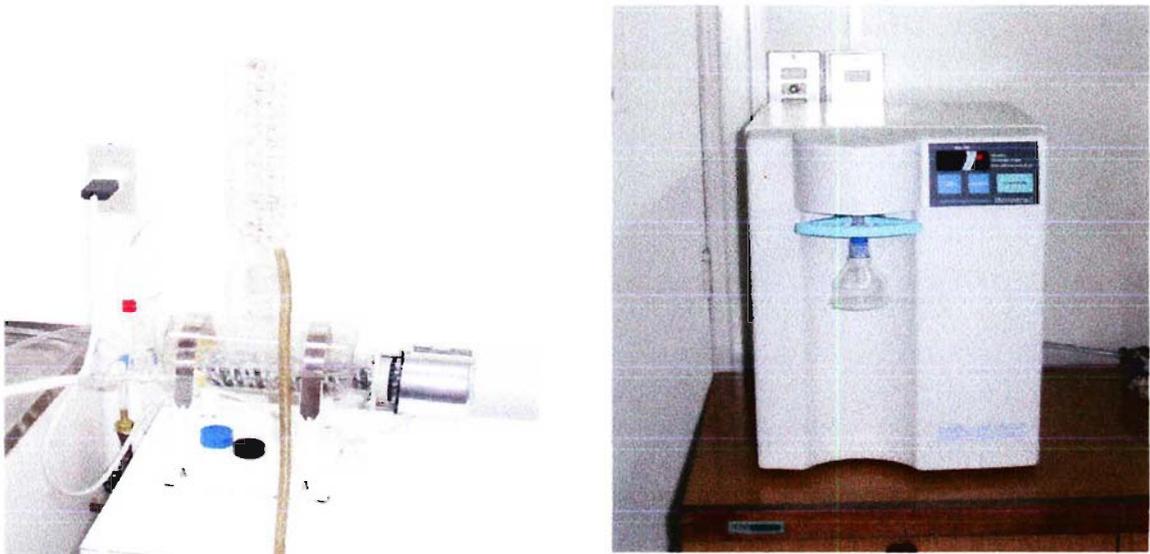
Se concluye que la información sobre micropropagación de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx* es muy escasa en relación a otras especies del género. En el caso de *E. camaldulensis* se compendió la gran mayoría de los estudios existentes; En el caso de *E. cladocalyx* se comprobó que no existen trabajos, al menos disponibles a nivel público.

La ausencia de información específica para las especies consideradas motivó que se incluyeran antecedentes complementarios desarrollados para otras especies de *Eucalyptus*.

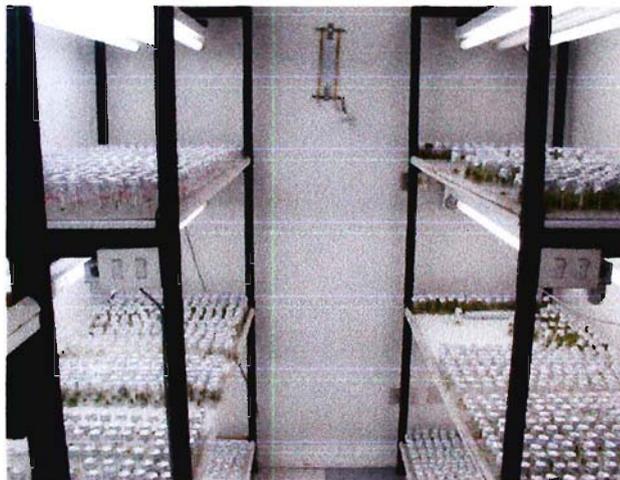
### Acondicionamiento de Laboratorio de Micropropagación

Con los fondos del proyecto se adquirieron e instalaron dos nuevos equipos, un destilador con desionizador y un autoclave vertical (**Figuras 18 y 19**). Adicionalmente se revisó y mejoró el sistema eléctrico del laboratorio y la iluminación de la sala de crecimiento.

Con posterioridad, la institución realizó una remodelación general y ampliación del laboratorio, encargándose también de la mantención de la infraestructura.



**Figura 18: Destilador (izq) y Desionizador (der) adquiridos con fondos del proyecto**



**Figura 19:** Autoclave vertical adquirido con fondos del proyecto (izq); Sala de Crecimiento habilitada por INFOR (der)

### **Protocolo de Micropropagación**

Durante el proyecto se implementaron una serie de protocolos reportados por otros investigadores para *Eucalyptus sp.* Con su aplicación se observó una respuesta diferenciada de los clones; sin embargo, hubo siempre una mejor respuesta de *E. camaldulensis* con respecto a *E. cladocalyx*. Por lo mismo, en conjunto con FIA se decidió centrar los esfuerzos en la clonación de la primera especie. La meta fue desarrollar un protocolo operativo que se ajustará a la mayoría de los clones, el cual se obtuvo y se presenta en **Anexo 5** “MANUAL DE MICROPROPAGACIÓN DE *Eucalyptus camaldulensis* y *E. cladocalyx* A TRAVÉS DE TÉCNICAS DE CULTIVO *in vitro*”.

Los árboles contemplados para desarrollar los protocolos de micropropagación se resumen en el **Cuadro 10**.

**Cuadro 10:**  
**Resumen por Especie de los clones colectados y Micropropagados**

<b>Especie</b>	<b>N° Árboles Seleccionados</b>	<b>N° Árboles Sancionados</b>	<b>N° Árboles Cosechados</b>	<b>N° Árboles Micropropagados</b>
<i>E. cladocalyx</i>	43	25	25	25
<i>E. camaldulensis</i>	62	62	45	37

Si bien se colectaron 45 árboles de *E. camaldulensis* sólo 37 superaron la fase de desinfección.

Etapa de desinfección de brotes y establecimiento de cultivos

La calidad de los brotes en cuanto a juvenilidad y turgencia fue un factor determinante para el inicio de las fases de micropropagación.

Los ensayos de desinfección y transferencia del tejido de *E. camaldulensis* a cultivo *in vitro* permitieron observar que el porcentaje de tejidos infectados con hongos y/o bacterias fue relativamente bajo, alcanzándose una cifra promedio de 22,1%, aún cuando se verificó una alta variación entre clones (1,7% a 80%).

Existió una tasa mayor de mortalidad debido a oxidación de los explantes, el cual alcanzó un promedio de 41,7 % con un rango de variación de entre 0 a 88,8%, sobretodo en brotes procedentes de tejidos más lignificados.

Los clones que superaron esta fase de desinfección y establecimiento *in vitro* fueron 44, con un promedio de sobrevivencia de 19,7%, incluyendo los clones con 0%. Algunos clones no superaron en esta fase el 5% de sobrevivencia, comprometiendo severamente el desarrollo de las etapas posteriores.

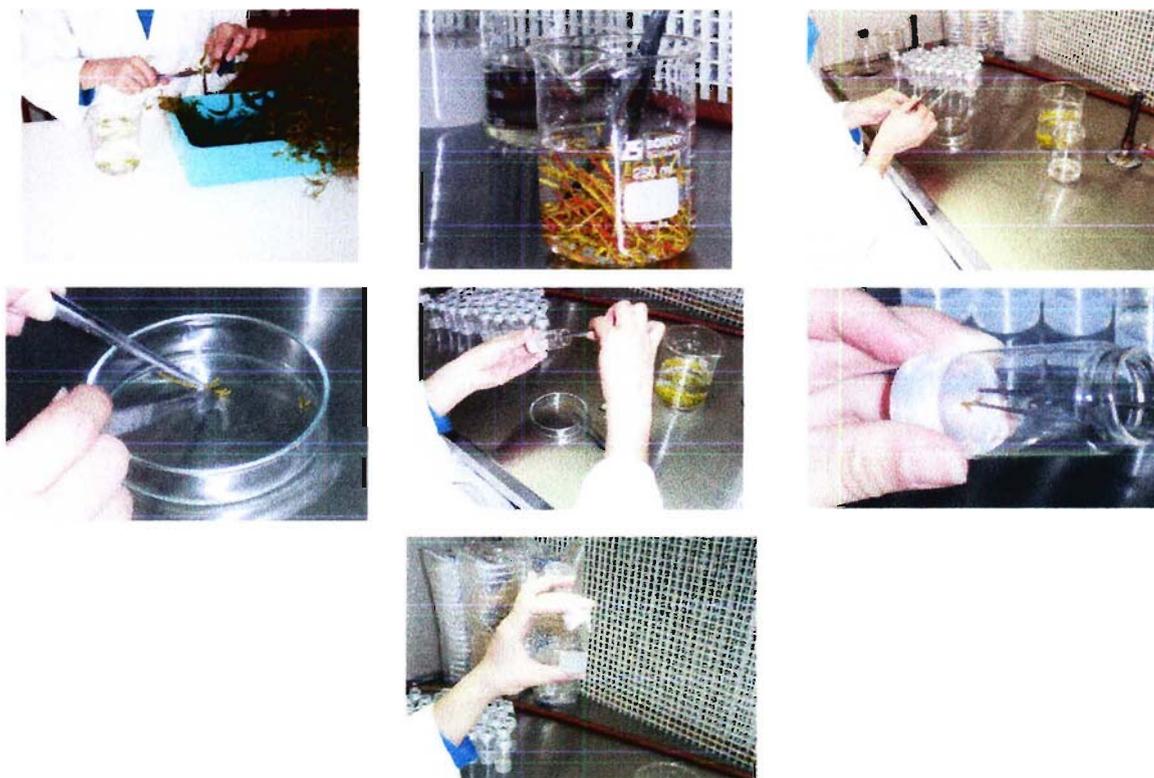
Un mayor detalle de los resultados se presenta en el **Cuadro 11**.

**Cuadro 11:**  
**Sobrevivencia de explantes por clon *E. camaldulensis***

<b>N° Clon</b>	<b>N° explantes iniciales</b>	<b>N° explantes finales</b>	<b>% Explantes finales</b>	<b>N° explantes infectados</b>	<b>% Explantes infectados</b>	<b>N° explantes con oxidación</b>	<b>% Explantes con oxidación</b>
<b>1</b>	60	44	73,3	4	6,7	12	20,0
<b>2</b>	60	35	58,3	10	16,7	15	25,0
<b>3</b>	60	34	56,7	12	20	14	23,3

<b>N° Clon</b>	<b>N° explantes iniciales</b>	<b>N° explantes finales</b>	<b>% Explantes finales</b>	<b>N° explantes infectados</b>	<b>% Explantes infectados</b>	<b>N° explantes con oxidación</b>	<b>% Explantes con oxidación</b>
4	60	0	0	14	23,3	46	76,7
5	60	32	53,3	15	25	13	21,7
6	60	28	46,7	12	20	20	33,3
8	60	30	50	15	25	15	25,0
9	60	49	81,7	5	8,3	6	10,0
10	60	12	20	13	21,7	35	58,3
11	60	11	18,3	10	16,7	39	65,0
14	60	0	0	12	20	48	80,0
15	60	35	58,3	9	15	16	26,7
16	60	24	40	12	20	24	40,0
17	60	25	41,7	10	16,7	25	41,7
18	60	58	96,7	1	1,7	1	1,7
19	60	15	25	13	21,7	32	53,3
20	60	47	78,3	4	6,7	9	15,0
21	60	22	36,7	14	23,3	24	40,0
22	60	16	26,7	17	28,3	27	45,0
23	60	29	48,3	8	13,3	23	38,3
24	60	13	21,7	10	16,7	37	61,7
25	60	11	18,3	16	26,7	33	55,0
26	60	40	66,7	6	10	14	23,3
27	60	5	8,3	15	25	40	66,7
28	60	24	40	11	18,3	25	41,7
29	60	21	35	13	21,7	26	43,3
30	60	41	68,3	5	8,3	14	23,3
31	60	19	31,7	18	30	23	38,3
32	60	0	0	12	20	48	80,0
33	60	0	0	16	26,7	44	73,3
53	45	5	11,1	7	15,6	33	73,3
55	45	34	75,6	8	17,7	3	6,7
57	45	12	26,6	20	44,5	13	28,9
58	45	16	35,5	9	20	20	44,4
56	45	24	53,3	21	46,7	0	0,0
54	45	1	2,2	30	66,6	14	31,2
42	45	2	4,5	3	6,7	40	88,8

<b>N° Clon</b>	<b>N° explantes iniciales</b>	<b>N° explantes finales</b>	<b>% Explantes finales</b>	<b>N° explantes infectados</b>	<b>% Explantes infectados</b>	<b>N° explantes con oxidación</b>	<b>% Explantes con oxidación</b>
41	45	0	0	8	17,7	37	82,3
39	5	1	20	4	80	0	0,0
40	60	28	46,7	12	20	20	33,3
41	60	5	8,3	21	35	34	56,7
42	60	20	33,3	10	16,7	30	50,0
43	60	50	83,3	4	6,7	6	10,0
44	60	7	11,7	22	36,7	31	51,7
45	60	30	50	12	20	18	30,0
46	60	27	45	14	23,3	19	31,7
47	60	40	66,7	7	11,7	13	21,7
57	60	0	0	13	21,7	47	78,3
58	60	0	0	15	25	45	75,0
61	60	2	3,3	18	30	40	66,7
62	60	2	3,3	20	33,3	38	63,3
	<b>Promedio</b>	<b>19,7</b>	<b>34,2</b>	<b>11,7</b>	<b>22,1</b>	<b>24,0</b>	<b>41,7</b>



**Figura 20. Selección de propágulos, desinfección y establecimiento *in vitro*.**

En el caso de *E. cladocalyx*, los resultados fueron muy inferiores a lo esperado. El promedio de sobrevivencia de los clones fue de 16%, variando entre 0 y 84,8% para los distintos clones (**Cuadro 12**). La mayor pérdida de material se debió a oxidación, la que en promedio alcanzó un 31,9%, con variaciones de 0 a 86,7%. Sólo 6 clones superaron simultáneamente los valores medios de infestación y oxidación

Con respecto a la infestación por hongos y/o bacterias esta fue menor que en *E. camaldulensis*, con un promedio de 16,6 % con un rango entre 3,3 a 73,3%.

En general la etapa de inducción de brotes fue claramente diferente para las especies de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*. De igual modo la variación se dio a nivel clonal.

En el caso de de *E. camaldulensis* esta etapa fue de tres meses y en el caso del *E. cladocalyx* se duplicó.

**Cuadro 12:**  
**Sobrevivencia de explantes por clon *E. cladocalyx***

<b>N° Clon</b>	<b>N° explantes iniciales</b>	<b>N° explantes finales</b>	<b>% Explantes finales</b>	<b>N° explantes infectados</b>	<b>% Explantes infectados</b>	<b>N° explantes con oxidación</b>	<b>% Explantes con oxidación</b>
3	105	49	46,7	41	39,0	15	14,3
5	105	28	26,7	28	26,7	49	46,7
6	105	34	32,4	36	34,3	35	33,3
7	105	15	14,3	31	29,5	59	56,2
8	105	36	34,3	9	8,6	60	57,1
9	45	18	40	5	11,2	22	48,8
10	60	37	61,7	4	6,7	19	31,7
11	60	5	8,3	10	16,7	45	75
12	60	12	20	5	8,3	43	71,7
14	105	46	43,8	15	14,3	44	41,9
15	103	29	28,2	7	6,8	68	66,0
17	105	38	36,2	26	24,8	41	39,0
18	105	28	26,7	16	15,2	61	58,1
22	105	28	26,7	31	29,5	42	40,0
25	45	2	4,4	16	35,5	27	60
29	45	26	57,7	19	42,3	0	0
30	52	28	53,8	15	28,8	9	17,3
31	46	20	43,5	9	20	17	36,9
32	45	3	6,7	28	62,2	14	31,1
33	45	18	40	4	8,8	23	51,4
36	46	39	84,8	2	4,3	5	10,9
38	45	0	0	6	13,3	39	86,7
39	45	4	8,8	2	4,5	39	86,7
43	45	2	4,4	33	73,3	10	22,2
<b>Promedio</b>		<b>16,0</b>	<b>22,1</b>	<b>11,7</b>	<b>16,6</b>	<b>23,1</b>	<b>31,9</b>

### Etapa de Multiplicación de Brotes

Los 44 clones de *E. camaldulensis* sobrevivientes de la etapa anterior, más otros adicionales que se rescataron en sucesivas colectas de material desde terreno, permitieron dar inicio a la fase de multiplicación (**Cuadro 13**).

Del total de clones sobrevivientes 12 de ellos tenían menos de 5 explantes, obteniéndose 32 explantes por clon como promedio. Esta situación tendría gran efecto en la disponibilidad de material para el establecimiento de ensayos en las etapas posteriores.

**Cuadro 13:**  
**Explantes de *E. camaldulensis* en fase de Multiplicación**

<b>Clon</b>	<b>Número de Explantes</b>						
1	48	15	20	29	80	44	11
2	36	16	7	30	12	45	1
3	37	17	1	31	142	46	2
4	6	18	124	32	33	47	3
5	70	19	60	33	39	50	30
6	33	20	4	34	29	51	34
7	6	21	52	36	28	52	24
8	1	22	51	37	62	55	27
9	78	24	31	38	72	56	18
10	10	26	3	40	3	57	3
11	3	27	16	42	4	58	2
14	38	28	30	43	63		

**TOTAL DE CLONES** 47  
**TOTAL DE EXPLANTES** 1.487

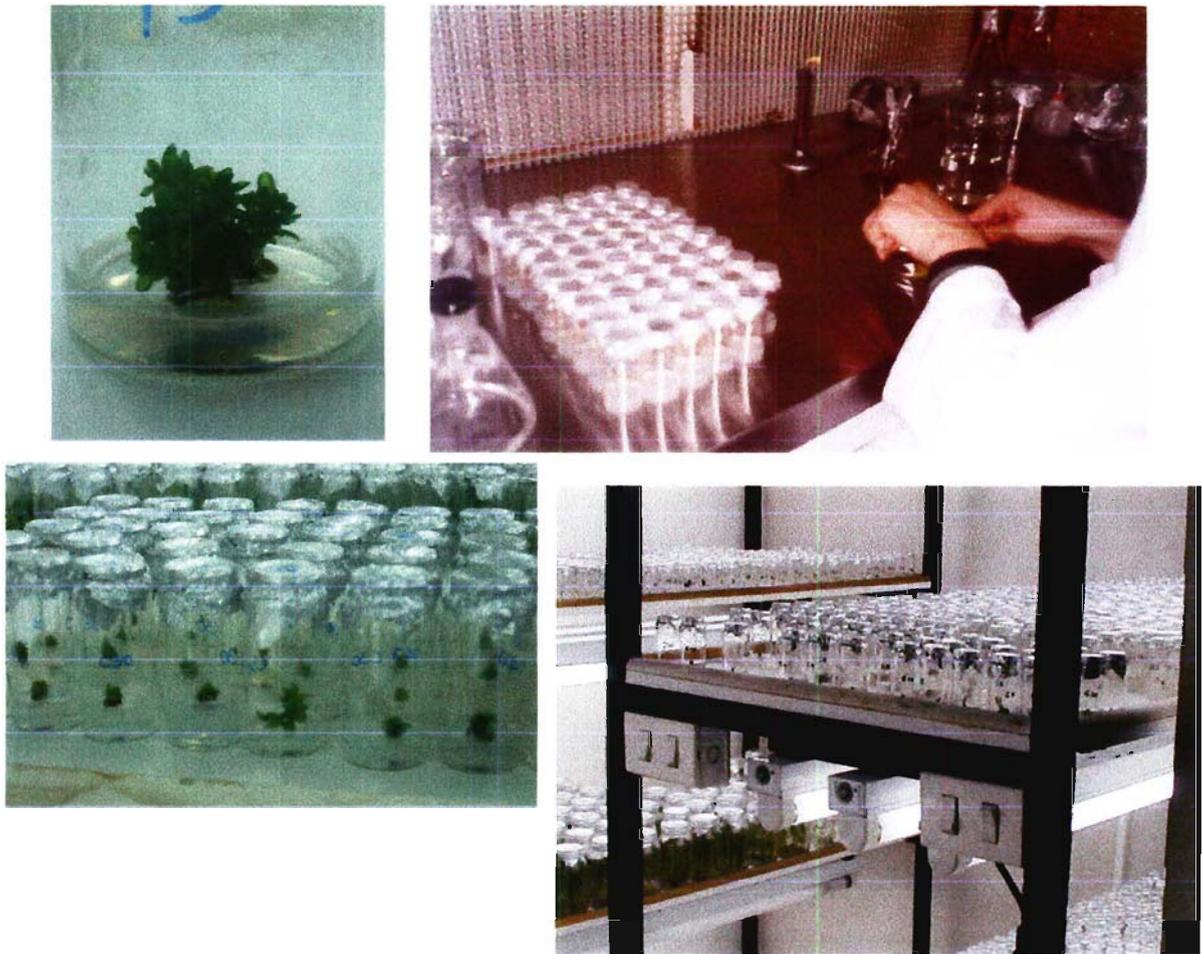
Para *E. cladocalyx* la situación en fase de multiplicación se detalla en el **Cuadro 14**.

**Cuadro 14.**  
**Explantes de *E. cladocalyx* en fase de Multiplicación**

<b>Clon</b>	<b>Número de Explantes</b>	<b>Clon</b>	<b>Número de Explantes</b>	<b>Clon</b>	<b>Número de Explantes</b>
<b>3</b>	133	<b>15</b>	11	<b>33</b>	60
<b>5</b>	4	<b>17</b>	169	<b>36</b>	6
<b>6</b>	6	<b>18</b>	18	<b>41</b>	16
<b>7</b>	69	<b>20</b>	14	<b>42</b>	16
<b>8</b>	16	<b>22</b>	50		
<b>9</b>	15	<b>25</b>	1		
<b>10</b>	30	<b>29</b>	26		
<b>11</b>	97	<b>30</b>	22		
<b>12</b>	137	<b>31</b>	22		
<b>TOTAL DE CLONES</b>				<b>22</b>	
<b>TOTAL DE EXPLANTES</b>				<b>938</b>	

Al igual que en el caso anterior se produjo una disminución de clones desde 24 a 22; sin embargo, fue posible aumentar el número de explantes totales de 545 a 938. Para la especie sólo un clon tenía menos de 5 explantes, con un promedio de 43 explantes por clon.

En general, la etapa de multiplicación demandó del orden de 12 meses para ambas especies. En el caso de *E. camaldulensis*, para algunos clones, esta etapa puede ser menor, pero *E. cladocalyx* generalmente requiere de más tiempo. Además, algunos clones de *E. cladocalyx* presentaron una tasa de multiplicación extremadamente baja. Fotografías del proceso de multiplicación se incluyen en la **Figura 21**.

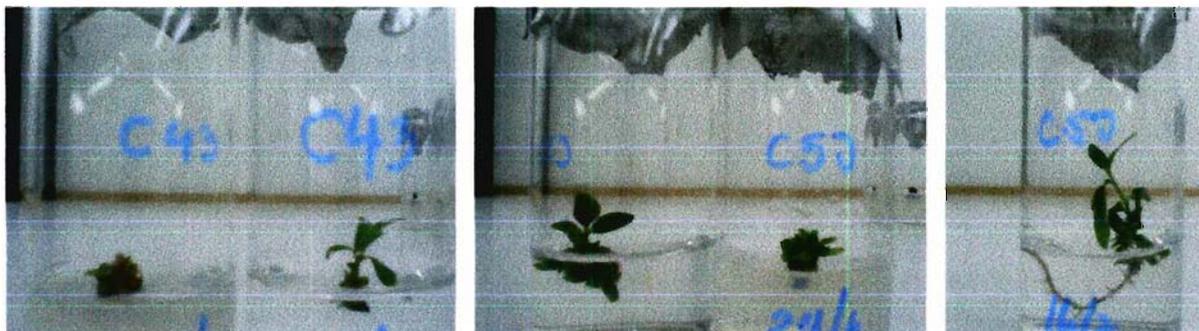


**Figura 21: Etapa de multiplicación de brotes**

Etapa de Elongación de brotes

Esta fase es crucial para obtener explantes vigorosos y apropiados para la fase siguiente de enraizamiento.

En el caso de *E. camaldulensis*, el protocolo de elongación de brotes no funcionó en todos los clones. Ante esta limitación, la estrategia adoptada para obtener explantes apropiados para el enraizamiento, fue ir elongando gradualmente los brotes en cada subcultivo utilizando dosis cada vez más altas de BAP, cambiando el agar por gelrite o phytigel y aumentando la concentración de nitratos en el medio (**Figura 22**).



**Figura 22: Resultados de diferentes medios de elongación, a la derecha explante alargado con enraizamiento espontáneo.**

Para acelerar este proceso en algunos clones, se optó por cultivar los brotes durante una semana en los medios que contenían giberelina, luego de este período una parte de ellos se destinó al enraizamiento y la otra a continuar con el subcultivo de la forma que se mencionó anteriormente.

De los 16 clones presentes, se logró obtener brotes elongados en 13 de ellos, los clones 31, 32 y 34 no respondieron a los tratamientos aplicados, debido probablemente a que los explantes presentaban tejidos muy endurecidos con un alto grado de callosidad, probablemente para revertir esta situación sería necesario volver a establecer nuevos cultivos de este material.

*E. cladocalyx*, presentó una muy buena respuesta al medio de cultivo X, por lo que la totalidad de los explantes fueron traspasados a este medio. Aún así algunos clones no se alargaron. El uso de giberelina produjo una respuesta inicial positiva a la elongación, pero posteriormente los explantes necrosaron y murieron.

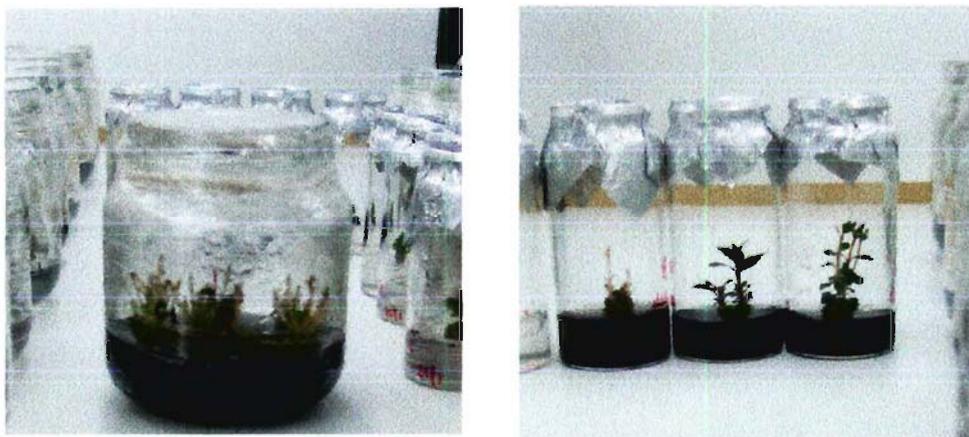
En el **Cuadro 15** se presenta un resumen de los clones de ambas especies que respondieron al tratamiento de elongación

**Cuadro 15:  
Clones que respondieron al tratamiento de Elongación**

<b>Especie</b>	<b>Clon</b>	<b>N° Explantes</b>
<i>E. camaldulensis</i>	1	88
<i>E. camaldulensis</i>	2	60
<i>E. camaldulensis</i>	3	19
<i>E. camaldulensis</i>	5	31
<i>E. camaldulensis</i>	9	12
<i>E. camaldulensis</i>	27	4
<i>E. camaldulensis</i>	31	9

<b>Especie</b>	<b>Clon</b>	<b>N° Explantes</b>
<i>E. camaldulensis</i>	43	10
<i>E. camaldulensis</i>	44	15
<i>E. camaldulensis</i>	50	82
<i>E. camaldulensis</i>	55	12
<i>E. cladocalyx</i>	E8	2
<i>E. cladocalyx</i>	E11	25
<i>E. cladocalyx</i>	E12	5
<i>E. cladocalyx</i>	E17	8
<i>E. cladocalyx</i>	E22	8
<i>E. cladocalyx</i>	E22	1
<i>E. cladocalyx</i>	E22	4
<i>E. cladocalyx</i>	E36	2

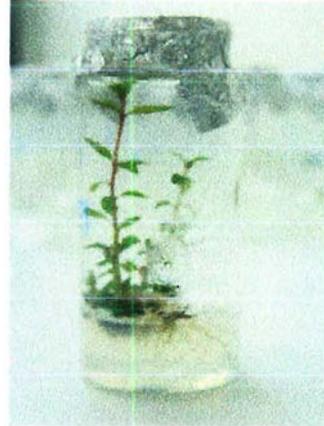
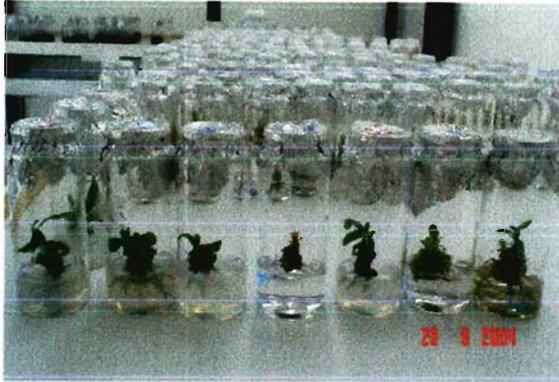
La nueva técnica ensayada permitió obtener brotes elongados de muy buenas características para ser utilizados en el enraizamiento. En las fotografías siguientes (**Figura 23**), se puede observar brotes elongados obtenidos con este procedimiento.



**Figura 23:** Brotes elongados, a la izquierda cuando son retirados de la oscuridad y a la derecha con crecimiento normal del tallo y de la hoja, bajo condiciones de luz.

#### Etapa de Enraizamiento de explantes

Con el medio de enraizamiento definido en la metodología se obtuvo un 100% de enraizamiento en *E. camaldulensis* (**Figura 24**). Para el caso de *Eucalyptus cladocalyx*, aún cuando se producía elongación de brotes estos eran poco vigorosos y sólo en dos clones se superó el enraizamiento. En esta última especie la tasa de enraizamiento varió entre 90% a 25 % dependiendo del clon.



**Figura 24: Explantes enraizados de *E. camaldulensis*.**

En ambas especies se probaron otros medios de cultivo, utilizando agar, carbón activo, y distintas concentraciones de IBA, sin embargo los resultados mostraron que el factor decisivo para la inducción del enraizamiento es utilizar brotes elongados. Es probable, que la dificultad para elongar los brotes de *E. cladocalyx* tenga influencia directa sobre los resultados obtenidos en el enraizamiento.

La principal dificultad en esta etapa fue la gran diferencia de respuestas rizogénicas de los clones. Hubo clones como el clon 3 y el clon 9 que no tuvieron problemas para el enraizamiento de explantes. Incluso se obtuvieron plantas madres al primer año de ejecución del proyecto. Sin embargo, era necesario incorporar a esta fase el mayor número de clones posible. El protocolo operativo definido, resultante de una gran cantidad de pruebas y de pequeñas variaciones de protocolos reportados, fue probado en todos los clones con el fin de definir un único protocolo para la especie *E. camaldulensis*, la que de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación es la que presenta una mayor probabilidad de éxito para la aplicación de un programa de silvicultura clonal. En el caso de *E. cladocalyx* es preciso continuar con las investigaciones..

Los resultados obtenidos en la fase de enraizamiento se resumen en el **Cuadro16**.

**Cuadro 16.**  
**Resultados de la fase de enraizamiento**

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		<i>Eucalyptus cladocalyx</i>	
CLON	Plantas enraizadas	CLON	Plantas enraizadas
1	88	6	3
2	77	8	11
3	186	11	8
5	6	12	2
6	20	36	3
9	332	<b>TOTAL</b>	<b>27</b>
21	7		
27	2		
29	82		
31	13		
33	6		
36	7		
43	38		
44	6		
50	92		
55	18		
<b>TOTAL</b>	<b>982</b>		

Etapa de Aclimatación

Los clones aclimatados a condiciones *ex vitro* hasta el 31 de octubre de 2004 se presentan en el **Cuadro 17**. Estos clones conforman el Banco de Plantas Madres que fue utilizado para desarrollar e implementar los procedimientos de macropropagación mediante enraizamiento de estacas y miniestacas de estacas. Imágenes del proceso de aclimatación se presentan en la **Figura 25**.

**Cuadro 17**  
**Clones aclimatados de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx***

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
CLON	Plantas aclimatadas
1	79
2	69
3	167
5	5
6	18
9	299
16	0
18	0
20	0
21	6
24	0
27	2
29	73
31	12
33	5
36	6
43	35
44	5
50	83
55	16
<b>TOTAL</b>	<b>883</b>

<i>Eucalyptus cladocalyx</i>	
CLON	Plantas aclimatadas
6	1
8	5
11	4
12	2
36	1
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>



**Figura 25: Proceso de Aclimatación en Laboratorio y Vivero**

Para *E. camaldulensis*, la fase de aclimatación permite una alta sobrevivencia de explantes, la cual se mantiene en invernadero permitiendo que la tasa de sobrevivencia final sea cercana al 100% (Figura 26).



**Figura 26. Plantas micropropagadas de *E. camaldulensis* aclimatadas en invernadero**

La muerte de los explantes, que se produce en las cajas de aclimatización, puede ser el resultado de abrirlas cuando éstos aún son muy pequeñas o por una deficiente conexión entre la raíz y el tallo provocada por un crecimiento excesivo del callo basal. También se observó que mantener por mucho tiempo los explantes en el medio de enraizamiento favorece el desarrollo excesivo del callo. Por lo mismo, el traspaso a cajas de aclimatización debe realizarse apenas las raíces se desarrollan en el medio de cultivo (aproximadamente dos semanas desde la aparición de las primeras raíces).

*E. cladocalyx*, exhibe un comportamiento bastante errático durante esta fase, ya que se observa nulo o muy poco crecimiento comparado con la otra especie. En solo 2 clones se pudo observar crecimiento activo, pero este es muy lento, situación que retarda su traspaso a invernadero. Una permanencia de más de dos semanas en el medio después de aparecer las primeras raíces provoca la muerte de los explantes, por lo que observada la emergencia de las primeras raíces éstos deben ser colocados en las cajas de aclimatización.

#### **Banco de Germoplasma Laboratorio. Conservación de cultivos in vitro.**

Como una medida de resguardo del material genético considerado en el proyecto, se configuró un banco de germoplasma *in vitro* en laboratorio. Con la metodología implementada, los cultivos se mantienen sanos y vigorosos.

El uso de frascos más grandes agiliza el trabajo en cámara, lo que facilita el trabajo de sub cultivo periódico (cada 28 días), ya que períodos más prolongados producen oxidación en los medios, afectando la sobrevivencia y crecimiento de los brotes.

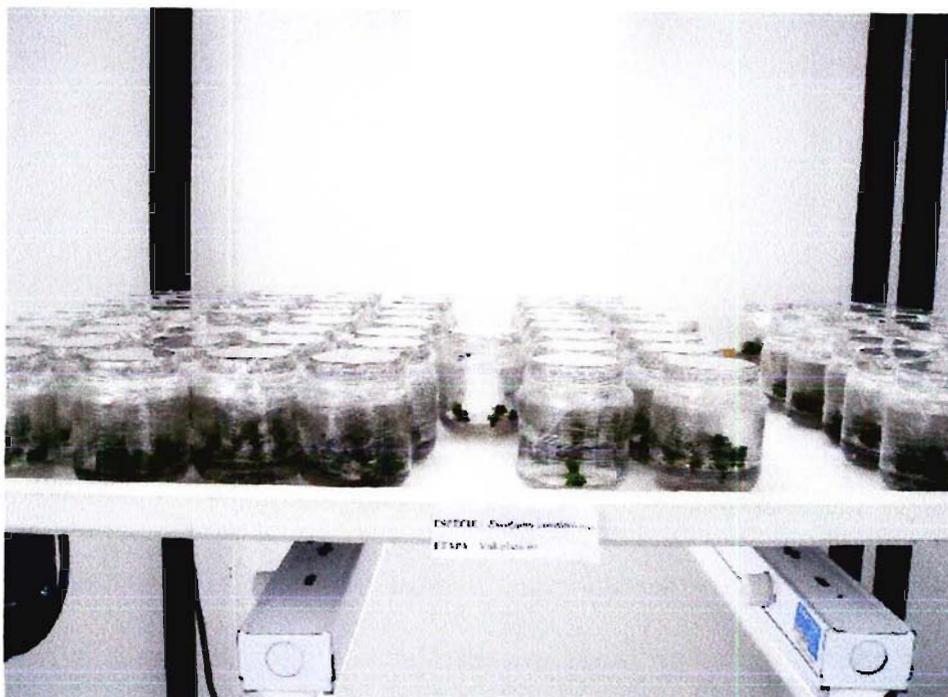
En el **Cuadro 18** se presenta el inventario de explantes por clon existente en el banco.

**Cuadro 18:**  
**Inventario clones en cultivo para mantención de germoplasma en Laboratorio**

<i>E. camaldulensis</i>		
<b>CLON</b>	<b>N° FRASCOS</b>	<b>N° EXPLANTES</b>
1	63	318
2	26	136
3	27	113
5	10	52
6	2	8
9	8	42
21	10	42
27	3	12
31	2	12
43	3	13
44	4	16
50	6	30
55	31	124
<i>E. cladocalyx</i>		
<b>CLON</b>	<b>N° FRASCOS</b>	<b>N° EXPLANTES</b>
E6	2	14
E8	12	52
E11	5	28
E12	3	12
E17	2	7
E22	18	72
E33	6	13
E36	2	12

El laboratorio, por el momento no cuenta con un sistema para mantener los explantes en un sistema de criopreservación, lo que eventualmente permitiría disminuir el trabajo de cultivo. El sistema implementado constituye una buena alternativa para conservar y utilizar este material en el largo plazo.

Se pretende mantener 10 frascos de cada clon, reduciendo la dosis de hormona utilizada en el medio de multiplicación. En la **Figura 27** se presenta una fotografía del banco de conservación de germoplasma



**Figura 27: Conservación de germoplasma.**

## **MACROPROPAGACIÓN DE EUCALYPTUS CAMALDULENSIS**

### **Reacondicionamiento de Invernadero**

INFOR cuenta con un invernadero de condiciones controladas en su Sede Bío Bío. Con los aportes FIA fue posible reacondicionarlo y utilizarlo para la etapa de Macropropagación de plantas madres a través del enraizamiento de estacas. A continuación se describen la implementación de instalaciones llevada a cabo con los recursos del proyecto.

Se construyeron 10 camas calientes con lo cual durante la ejecución del proyecto se contó con una superficie de 29,8 metros cuadrados en condiciones de ser utilizados para la estimulación radicular de las plantas y ensayos de estaquillado (**Figura 28**).

Adicionalmente se efectuaron todas las labores de reacondicionamiento descritas en la metodología. Se hizo la recepción conforme de las obras y se recibió también el manual de operaciones confeccionado por el contratista (**Figuras 29, 30 y 31**).



**Figura 28: Instalación de Camas Calientes**



**Figura 29: ARRIBA: Extractor de aire y sistema de desplazamiento de malla térmica superior (izq.); ventanas laterales reparadas (der). ABAJO: Motobomba exterior reparada (izq.); Sistema de dosificación de agroquímicos incorporado a la línea de riego (der).**



**Figura 30: Sistema de extracción de agua desde punteras existentes (izq.); Reparación del tablero eléctrico y de las unidades de control (der).**



**Figura 31: Reposición de los regadores en mal estado y reparación de las líneas de riego y reparación equipo de neblina**

### Manejo de Setos o Plantas Madres

El conjunto de plantas madres disponibles para labores de propagación por enraizamiento de estacas comprende un total de 22 clones, con un número variable de setos cada uno y que totaliza más de 800 plantas (**Cuadro 19, Figura 32**).

**Cuadro 19:**  
**Plantas madres micropropagadas de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*.**

<b>CLON</b>	<b>Plantas Madres Operativas</b>
<b>1</b>	73
<b>2</b>	64
<b>3</b>	155
<b>5</b>	5
<b>6</b>	17
<b>9</b>	277

<b>CLON</b>	<b>Plantas Madres Operativas</b>
16	0
18	0
20	0
21	6
24	0
27	2
29	68
31	11
33	5
36	6
43	32
44	5
50	77
55	15
<b>Subtotal <i>E. camaldulensis</i></b>	<b>818</b>
E-11	3
E-12	2
<b>Subtotal <i>E. Cladocalyx</i></b>	<b>5</b>
<b>TOTAL</b>	<b>823</b>



**Figura 32: Plantas madres de *E. camaldulensis***  
**BID-PI-C-2001-1-F-050: MASIFICACIÓN CLONAL DE GENOTIPOS**  
**FORESTALES DE INTERÉS COMERCIAL PARA LA ZONA ÁRIDA Y**  
**SEMI ÁRIDA DEL PAÍS**

## Enraizamiento de Estacas (Macropropagación)

Los resultados de los ensayos preliminares de enraizamiento descritos en la metodología se resumen en el Cuadro 20.

**Cuadro 20:**  
**Sobrevivencia y enraizamiento a las 8 semanas de estacas de *E. camaldulensis***  
**(porcentaje promedio por tratamiento)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Sobrevivencia (%)</b>	<b>Enraizamiento (%)</b>
<b>T0</b>	29,8	25,0
<b>T1</b>	33,3	29,8
<b>T2</b>	19,0	16,7
<b>T3</b>	38,1	34,5
<b>T4</b>	23,8	21,4
<b>T5</b>	61,9	51,2
<b>T6</b>	31,0	7,1
<b>T7</b>	14,3	4,8
<b>T8</b>	65,5	22,6
<b>ENSAYO</b>	<b>35,2</b>	<b>23,7</b>

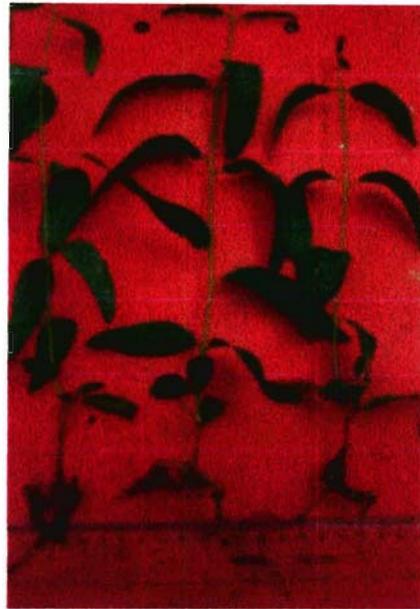
Se observan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, destacándose a la aplicación de auxina, el uso de turba con arena y al enraizamiento bajo invernadero como las condiciones más apropiadas para inducir la formación de raíces adventicias.

Se demuestra que en *E. camaldulensis*, las condiciones ambientales de enraizamiento son menos críticas que en otras especies de *Eucalyptus*, siendo posible obtener algún grado de enraizamiento en estacas manejadas en vivero.

En invernadero se observa una alta correlación entre sobrevivencia y enraizamiento, situación que no se observa en las estacas de vivero (Cuadro 20). En esta última condición, las estacas si bien se pueden mantener vivas, enraizan en una proporción mucho menor, observándose una gran cantidad de ellas que sólo exhiben un abundante callo basal, que no se ha diferenciado en raíces (Figuras 33 y 34). Este fenómeno se observa en forma muy escasa en las estacas manejadas en invernadero, donde casi la totalidad de las estacas vivas exhiben formación de raíces.



(a)



(b)

**Figura 33: Estacas de *E. camaldulensis* enraizadas en vivero (izq.) y en invernadero (der.) después de 8 semanas.**



**Figura 34: Estacas manejadas en vivero exhibiendo callo basal sin presencia de raíces.**

El detalle con los resultados y evaluación de estos ensayos se encuentra en el **Anexo 6** “MASIFICACIÓN CLONAL MEDIANTE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE GENOTIPOS SELECTOS DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehn”.

A su vez, el protocolo operativo de macropropagación de estacas, que permitió obtener las plantas que se usaron en los ensayos clonales, se entrega en el **Anexo 7** de este informe. En tal documento se describen los aspectos específicos de:

- Confección de las estacas
- Establecimiento de las estacas y condiciones de enraizamiento
- Manejo y cuidados culturales durante el enraizamiento
- Resultados esperados del enraizamiento de *E. camaldulensis*

En el **Cuadro 21** se presentan los resultados de la producción de plantas mediante el procedimiento de enraizamiento de estacas. En la **Figura 35** se muestran imágenes de las estacas en proceso de enraizamiento y las plantas ya enraizadas.



**Figura 35:** Estacas en fase de enraizamiento (izq.); Plantas enraizadas (der)

**Cuadro 21.**  
**Producción de plantas por enraizamiento de estacas**

Especie	Clon	N° de Estacas	N° de Plantas Enraizadas	% éxito enraizamiento	Plantas disponibles ensayos clonales	% éxito de endurecimiento en vivero
<i>E. camaldulensis</i>	1	408	195	48%	172	88,2%
<i>E. camaldulensis</i>	3	429	151	35%	134	88,7%
<i>E. camaldulensis</i>	5	196	48	24%	40	83,3%
<i>E. camaldulensis</i>	6	49	28	57%	17	60,7%
<i>E. camaldulensis</i>	9	190	63	33%	41	65,1%
<i>E. camaldulensis</i>	11	74	61	82%	49	80,3%

Especie	Clon	N° de Estacas	N° de Plantas Enraizadas	% éxito enraizamiento	Plantas disponibles ensayos clonales	% éxito de endurecimiento en vivero
<i>E. camaldulensis</i>	21	134	26	19%	19	73,1%
<i>E. camaldulensis</i>	27	128	15	12%	10	66,7%
<i>E. camaldulensis</i>	29	201	82	41%	75	91,5%
<i>E. camaldulensis</i>	31	343	99	29%	89	89,9%
<i>E. camaldulensis</i>	43	492	170	35%	166	97,6%
<i>E. camaldulensis</i>	44	33	15	45%	11	73,3%
<i>E. camaldulensis</i>	50	203	66	33%	62	93,9%
<b>PROMEDIO</b>		<b>222</b>	<b>78,4</b>	<b>38,0%</b>	<b>68</b>	<b>81,0%</b>
<i>E. cladocalyx</i>	11	57	3	5%	0	0,0%
<i>E. cladocalyx</i>	12	84	18	21%	0	0,0%
<b>PROMEDIO</b>		<b>71</b>	<b>11</b>	<b>13,3%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>

El promedio de enraizamiento de estacas para *E. camaldulensis* fue de un 38%. El porcentaje de plantas plantables respecto a las estacas enraizadas tiene un valor promedio por clon de de 81% .

En *E. cladocalyx* el porcentaje de enraizamiento obtenido no es representativo de la especie, por cuanto sólo se probaron dos individuos, ninguno de los cuales generó plantas plantables.

### Banco de Germoplasma en Vivero

Esta actividad está estrechamente relacionada con el manejo de los setos o plantas madres, las cuales conforman un jardín o banco clonal en macetas rígidas de 20 litros de capacidad. En el **Cuadro 22** se resumen las plantas madres que conforman este banco en macetas que se administra en el vivero de INFOR Concepción (**Figura 36**)..



**Figura 36: Plantas madres en macetas conformando el banco o jardín clonal**

**Cuadro 22:  
Plantas Madres de Jardín Clonal**

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			
Clon	Nº Plantas Madres	Clon	Nº Plantas Madres
1	10	29	10
2	10	31	10
3	10	33	5
5	5	36	6
6	10	43	10
9	10	44	5
21	6	50	10
27	2	55	10

<i>Eucalyptus cladocalyx</i>	
Clon	Nº Plantas Madres
E-11	3
E-12	2

## Alternativa de Macropropagación de plantas

La técnica de enraizamiento de miniestacas, está siendo utilizada operativamente en Brasil y Uruguay. Durante la ejecución del proyecto se hizo capacitación del personal de vivero en la técnica y se evaluó empíricamente. Las ventajas de su uso serán ensayadas, según el método de investigación científica, en una tesis de pregrado del alumno Victor Olate de la Universidad Austral de Chile (**Figura 37**).



**Figura 37: Miniestacas en fase de enraizamiento**

En la fase de capacitación en esta técnica, se detectó que los requerimientos ambientales para efectuar enraizamiento de miniestacas son más sofisticados que para enraizar estacas tradicionales. Se requiere tener al menos una persona completamente dedicada a esta actividad y una gran rigurosidad en los riegos y aplicaciones preventivas de pesticidas y fertilizantes.

## Capacitación de asociados en la técnica de Macropropagación

Se preparó el documento: PROYECTO DE INVERNADERO PARA PROPAGACIÓN POR ESTACAS DE ÁRBOLES SELECCIONADOS DE *Eucalyptus camaldulensis* Y *E. cladocalyx* en el cual se entregan los antecedentes técnicos y de costos para la construcción de una estructura de 60 m<sup>2</sup> (**Anexo 8**).

En el **Anexo 9** se presenta el documento “Enraizamiento de estacas de *Eucalyptus camaldulensis*” que fue usado como manual de apoyo en la fase de enraizamiento de estacas del material micropropagado y con el cual se capacitó al personal de vivero de los asociados CONAF V Región y Vivero Cavilolén.

En este documento se contemplan todos los aspectos relativos a la elaboración e instalación de estacas, su mantención y método de evaluación.

También se entregaron plantas madres de *E. camaldulensis* provenientes de Micropropagación a los Viveros de Cavilolén (Los Vilos) y CONAF V región (La Ligua). Se entregaron 20 copias del Clon 9 y 10 copias del Clon 3 junto con un ejemplar del Manual descrito en el párrafo anterior.

Los viveros fueron visitados en los meses de diciembre de 2003 y marzo de 2004 y en ambas oportunidades se les capacitó, en forma práctica, el sistema de manejo de setos en lo que se refiere a condiciones de ambiente y podas requeridas para la mantención de una adecuada producción de estacas.

Durante la visita del mes de marzo de 2004 se pudo apreciar que las plantas se encontraban en condiciones adecuadas y con bastante material para enraizamiento.

En el Vivero de Cavilolén se realizaron algunas pruebas de enraizamiento, cuyos resultados no fueron positivos. La confección de las estacas estuvo de acuerdo a lo recomendado, pero el problema se presentó en la ubicación que le dieron a los contenedores, ya que fueron puestos en un lugar con excesiva sombra.

## **ENSAYOS CLONALES**

Los sitios considerados para el establecimiento de estos ensayos corresponden a climas mediterráneos semiáridos, de características variables en función de su distancia a la costa.

Los ensayos fueron establecidos en los tres sectores identificados en el **Cuadro 23**.

**Cuadro 23**  
**Ubicación Administrativa de los Ensayos.**

<b>REGIÓN</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>COMUNA</b>	<b>PREDIO</b>	<b>PROPIETARIO</b>
<b>IV</b>	CHOAPA	ILLAPEL	CUZ CUZ	COMUNIDAD AGRÍCOLA CUZ CUZ
	ELQUI	TONGOY	EL TANGUE	SOCIEDAD AGRÍCOLA Y GANADERA EL TANGUE
<b>V</b>	PETORCA	LA LIGUA	PULLALLI	COMUNIDAD JAVIER ESTAY Y OTROS

**Cuz-Cuz:**

Los terrenos de la comunidad agrícola de Cuz Cuz se enmarcan en el clima de Estepa Cálido que se caracteriza por ausencia de nubosidad y sequedad del aire. Sus temperaturas son mayores que en la costa, las precipitaciones son muy irregulares y escasas y los periodos de sequía son característicamente extensos (8 meses o más).

El sitio seleccionado para establecer el ensayo corresponde a la parte baja de una ladera orientada hacia el Sur-este, con una acentuada pendiente de cerca del 90% y suelo severamente compactado.

**El Tangue:**

Se encuentra en un clima clasificado como de estepa con nubosidad abundante. Se caracteriza por abundante nubosidad baja. La cercanía del mar produce amplitudes térmicas bajas. Las precipitaciones presentan un régimen frontal, con máximos en el invierno (junio, julio y agosto) donde precipita cerca del 80% del total anual. En El Tangue caen 107 mm anuales (Dirección Meteorológica de Chile, 2005).

El sitio seleccionado corresponde a un sector denominado El Tranque en el estero Bachingo, dentro de la hacienda “El Tangue”. Es una superficie plana de suelo liviano con la posibilidad de contar con agua para riegos de socorro en verano. (30°18’S 71°34’O)

## Pullally:

Este ensayo se ubica a aproximadamente 160 Km al norte de Santiago, en la Comuna de La Ligua, V Región. Corresponde a una zona mediterránea con marcada influencia marina. La precipitación media anual es de 250 mm fuertemente concentrada en los meses invernales. La influencia costera se manifiesta en temperaturas templadas que no sobrepasan los 25°C, con una muy baja incidencia de heladas. El suelo corresponde a arenas originadas en una duna fósil de baja fertilidad (Smith, 1997).

Los ensayos clonales establecidos consideran un diseño de bloques completos al azar (cuatro bloques), en cada uno de los cuales cada clon se representa por 4 rametos dispuestas en una parcela lineal. En total cada clon se representa con 16 plantas en cada ensayo

El cuadro siguiente (**Cuadro 24**) resume los clones considerados en los ensayos. En el se señala el código único del árbol (clon), la identificación de equivalencia con el árbol original seleccionado en terreno, y los ensayos en que está representado.

**Cuadro 24**  
**Clones Considerados en Ensayos Clonales de *E. camaldulensis***

<b>CÓDIGO CLON</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE TERRENO</b>	<b>Pullalli</b>	<b>Cuz Cuz</b>	<b>El Tangué</b>
1	Ensayo Tantehue. Bq 1; proced 2, Prog 16; Arbol 3	X	X	X
3	Ensayo Tantehue. Bq 1; proced 9, Prog 98; Arbol 3	X	X	X
5	Ensayo Tantehue. Bq 2; proced 2, Prog 9; Arbol 1	X	X	X
6	Ensayo Tantehue. Bq 2; proced 8, Prog 87; Arbol 3	X	X	
9	Ensayo Tantehue. Bq 3; proced 6, Prog 63; Arbol 1	X	X	X
11	Ensayo Tantehue. Bq 4; proced 6, Prog 60; Arbol 1	X	X	X
21	Ensayo Tantehue. Bq 8; proced 3, Prog 22; Arbol 4	X	X	
27	Ensayo Tantehue. Bq 9; proced 2, Prog 19; Arbol 2	X		X
29	Ensayo Tantehue. Bq 10; proced 5, Prog 52; Arbol 1	X	X	X
31	Ensayo Tantehue. Bq 10; proced 8, Prog 81; Arbol 4	X	X	X
43	Ensayo Longotoma 32°24,665'; 71°21,724'	X	X	X
44	Ensayo Longotoma 32°24,676'; 71°20,670'	X		X
50	Plantación masiva Tantehue	X	X	X

Todo el detalle de la Metodología y una completa descripción de los ensayos establecidos se encuentra en el **Anexo 2**, “MANUAL: ENSAYOS CLONALES DE *Eucalyptus camaldulensis*”. En él se incluye una ficha resumen de cada ensayo, plano de ubicación, tabla con la descripción de los clones y testigos considerados y un croquis con la distribución de los bloques, tratamientos e hileras de aislamiento

Para monumentalizar los ensayos se diseñaron y elaboraron letreros de 2 x 1m para ser instalados en lugares visibles de modo de difundir uno de los principales resultados del proyecto (**Figura 38**).



**Figura 38: Ensayos clonales de *E. camaldulensis* y sus respectivos letreros de monumentalización**

**BID-PI-C-2001-1-F-050: MASIFICACIÓN CLONAL DE GENOTIPOS FORESTALES DE INTERÉS COMERCIAL PARA LA ZONA ÁRIDA Y SEMI ÁRIDA DEL PAÍS**

## Ficha técnica y análisis económico del cultivo

### ANTECEDENTES GENERALES

La vigencia económica del proyecto no ha variado en relación al momento de su aprobación, incluso las diferencias entre el precio del eucalipto y del pino son internacionalmente cada vez de mayor magnitud, a lo que se agrega la constante alza en el precio internacional de la celulosa.

- El proyecto fue evaluado a un horizonte de 30 años, considerando que el negocio forestal de Eucalipto, orientada a la producción de productos madereros básicos, alcanza su primera rotación a los 12 años. Con este horizonte de tiempo, es posible percibir los ingresos reales de la cosecha, al cabo de dos rotaciones, en predios agrícolas y/o marginales lo que puede traducirse en un aumento de ingresos de los propietarios.
- Además, se cuantificará el impacto ambiental positivo que tendrá el utilizar plantas mejoradas y adaptadas, junto con esquemas de manejo forestal adecuados para evitar pérdidas de biomasa aprovechable.
- La situación sin proyecto se describe como una escasez de alternativas productivas que se ve agravada en los períodos de sequía, y en especial en terrenos de las Comunidades Agrícolas, en donde la utilización del único recurso maderero en la región, *Eucalyptus globulus*, no constituye la opción más apropiada para el desarrollo del sector maderero regional, debido principalmente al incremento de los costos por concepto de riego luego del establecimiento, por costos en replantes al año siguiente de la plantación y por decrecientes crecimientos.
- Desde el punto de vista de mercado, se ha mantenido en la región la alta demanda por productos madereros para implementar las plantaciones frutícolas y cercos para deslindes, principalmente, lo que ha generado un comercio extraregional, aumentando los costos de producción debido al transporte, además de disminuir la disponibilidad de madera en la región. Esta situación genera una pérdida de ingresos que pueden percibir actores deprimidos de la región árida y semiárida, tales como Sociedades y Comunidades Agrícolas, quienes podrían incrementar sus ingresos a través de la generación del negocio maderero con especies resistentes a la sequía, y adaptadas eficientemente a los suelos de la región.
- La situación con proyecto consideró que las comunidades y sociedades agrícolas de la región incorporan nuevas tecnologías con especies de eucalipto resistentes a la sequía, representada por la silvicultura de *E. cladocalyx* y *E. camaldulensis*, con fines madereros que les permitan acceder a mejores mercados, y por ende aumentar sus ingresos familiares.

- La expectativa es aumentar la productividad de las plantaciones en un 20%, producto de los impactos tecnológicos de la micropopagación de individuos selectos. Además, se pretende impactar en un 10% la superficie potencial de forestación con las especies propuestas, lo que representa aproximadamente 185 ha, según información de INFOR (2005).
- Se espera y advierte una mayor receptividad para la plantación con *E. camaldulensis*, debido principalmente a que existe un mayor conocimiento de esta especie en la región. Se considera que esta actividad es complementaria a las realizadas actualmente por el sector rural de la región, ya que existe el recurso suelo suficiente para la incorporación del negocio forestal, y este recurso no interfiere con otras actividades de significancia, debido a que son cultivados en terrenos de secano con baja productividad, los cuales no compiten con cultivos agrícolas.

### **SUPUESTOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA:**

Los supuestos están relacionados con el negocio forestal derivados del uso de individuos seleccionados y micropropagados de *E. cladocalyx* y *E. camaldulensis*, y de su incorporación a la economía de la región árida y semiárida. El análisis considera una comparación de los flujos netos de ingresos y costos asociados a una plantación de *E. globulus* en la IV (alternativa sin proyecto) versus una plantación con clones selectos resistente a la sequía de *E. cladocalyx* y *E. camaldulensis* (situación con proyecto).

Se consideró un horizonte de análisis de 12 años, tiempo estimado para obtener cosechas rentables de madera de *Eucalyptus* en la zona en estudio.

El escenario sin proyecto considera la situación actual de terrenos con presencia de algunas plantaciones de *Eucalyptus globulus* sin mejoramiento genético con ingresos por venta de productos de mala forma y poco volumen.

El escenario con proyecto incorpora superficies adicionales a la actividad comercial, aumentando los ingresos de propietarios, se incrementan rendimientos de rodales bajo cosecha por el uso de material micropropagado resistente a la sequía y el uso de esquemas de manejo más eficientes, se genera un mejor precio del producto por la mejor calidad, forma y volumen, y mejor condiciones de comercialización por parte de productores.

#### **Supuestos utilizados:**

- ◆ Año 0, Establecimiento de 1250 plantas por hectárea, se utilizara plantas en cepellón (tubete o macetas), con gel, fertilización y cerco.
- ◆ Costo Establecimiento ( plantas, plantación, fertilización) : \$ 182.500
- ◆ Costo de roce/ha : \$ 67.000
- ◆ Costo de subsolado/ha : \$ 45.000



## EVALUACIÓN ECONÓMICA

<b>I. PROYECCIÓN SITUACIÓN SIN PROYECTO</b>						
ITEM	AÑOS DE LA PROYECCIÓN					
	0	1	2	3	10	12
<b>1. ENTRADAS (\$/ha)</b>						
75% subsidio forestal por Establecimiento		315.518				
15 % subsidio forestal por establecimiento				63.104		
75% subsidio por cerco		196.520				
Venta de Metros Ruma para pulpa y leña						1.675.000
<b>Subtotal Entradas</b>	<b>0</b>	<b>512.038</b>	<b>0</b>	<b>63.104</b>		<b>1.675.000</b>
<b>2. SALIDAS</b>						
<b>2.1. Inversiones</b>						
<b>2.2. Gastos de Operación (\$/ha)</b>						
Establecimiento 1.250 pl/ha, spinling, gel , fertilización	182.500					
Cerco	176.550					
Roce	67.000					
Riego estival de emergencia	70.000	70.000	70.000	70.000		
Administración	13.650	13.650	13.650	13.650	13.650	13.650
Cosecha, carguío y flete						927.500
Replante		100.000				
Asesoría profesional	26.500					26.500
<b>Subtotal Salidas</b>	<b>536.200</b>	<b>183.650</b>	<b>83.650</b>	<b>83.650</b>	<b>13.650</b>	<b>967.650</b>
<b>3. BENEFICIOS NETOS TOTALES (1-2)</b>	<b>-536.200</b>	<b>328.388</b>	<b>-83.650</b>	<b>-20.546</b>	<b>-13.650</b>	<b>622.350</b>
<b>VAN (10%)</b>	<b>- \$137.784</b>					
<b>TIR</b>	<b>5%</b>					

<b>II. PROYECCIÓN SITUACIÓN CON PROYECTO</b>						
<b>ITEM</b>	<b>AÑOS DE LA PROYECCIÓN</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
<b>1. ENTRADAS</b>						
75% subsidio forestal por Establecimiento		338.018				
15 % subsidio forestal por establecimiento				67.604		
75% subsidio por cerco		196.520				
Venta de Postes, polines y tutores						4.650.000
<b>Subtotal Entradas</b>	<b>0</b>	<b>534.538</b>	<b>0</b>	<b>67.604</b>		<b>4.650.000</b>
<b>2. SALIDAS(\$/ha)</b>						
<b>2.1. Inversiones</b>						
<b>2.2. Gastos de Operación</b>						
Establecimiento 1.250 pl/ha, planta mejorada, spinling, subsolado, gel , control malezas, fertilización	312.800					
Cerco	176.550					
Rocc	67.000					
Riego estival de emergencia	0					
Asesoría Profesional	26.500					26.500
Administración	13.650	13.650	13.650	13.650	13.650	13.650
Cosecha, carguío y flete						1.590.000
<b>2.3. Otros</b>						
<b>Subtotal Salidas</b>	<b>596.500</b>	<b>13.650</b>	<b>13.650</b>	<b>13.650</b>	<b>13.650</b>	<b>1.630.150</b>
<b>3. BENEFICIOS NETOS</b>						
<b>TOTALES (1-2)</b>	<b>-596.500</b>	<b>520.888</b>	<b>-13.650</b>	<b>53.954</b>	<b>-13.650</b>	<b>3.019.850</b>
<b>VAN (10 %)</b>	<b>\$739.813</b>					
<b>TIR</b>	<b>26%</b>					

<b>III. FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO</b>						
<b>ITEM</b>	<b>AÑOS DE LA PROYECCIÓN</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
1. SUBTOTAL ENTRADAS SIN PROYECTO (\$)	0	512.038	0	63.104		1.675.000
2. SUBTOTAL ENTRADAS CON PROYECTO (\$)	0	534.538	0	67.604		4.650.000
<b>3. ENTRADAS TOTALES (2-1) (\$)</b>	<b>0</b>	<b>22.500</b>	<b>0</b>	<b>4.500</b>	<b>0</b>	<b>2.975.000</b>
4. SUBTOTAL SALIDAS SIN PROYECTO (\$)	536.200	183.650	83.650	83.650	13.650	967.650
5. SUBTOTAL SALIDAS CON PROYECTO (\$)	596.500	13.650	13.650	13.650	13.650	1.630.150
<b>6. SALIDAS TOTALES (5-4) (\$)</b>	<b>60.300</b>	<b>-170.000</b>	<b>-70.000</b>	<b>-70.000</b>	<b>0</b>	<b>662.500</b>
<b>7. BENEFICIOS NETOS INCREMENTALES DEL PROYECTO (3-6) (\$)</b>						
<b>8. BENEFICIOS NETOS TOTALES CON PROYECTO (2-5) (\$)</b>	<b>-60.300</b>	<b>192.500</b>	<b>70.000</b>	<b>74.500</b>	<b>0</b>	<b>2.312.500</b>
<b>9. BENEFICIOS NETOS TOTALES CON PROYECTO DESPUÉS DEL IMPUESTO</b>						
<b>VAN (10%)</b>	<b>\$965.358</b>					
<b>TIR</b>	<b>26%</b>					

## ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el siguiente ejercicio se presenta un indicador económico para el manejo de *E. camaldulensis* y *E. cladocalys* (situación con proyecto) que será manejado para producción de postes, tutores y polines, de acuerdo con los antecedentes presentados en los estándares utilizados en la evaluación económica del proyecto. Las variables a sensibilizar corresponden al rendimiento esperado, el cual puede aumentar con la silvicultura clonal; el precio del producto postes polines; y el aporte de los subsidios forestales según el D.L.701.

Se considera la variación del rendimiento por unidad de superficie (N° productos/ha). Estos rendimientos se asumen como un aumento y disminución de un 10 y 20% en la producción de postes, polines y tutores a partir de un mínimo de 3.300 prod/ha. Además, considera los supuestos haciendo variar sólo el precio de los productos de los bosques, asumiendo una variación del precio de venta y de los costos de producción a partir de valores bases en porcentajes de 10 y 20%. Finalmente, se sensibilizó el análisis descontando parte o el total de los subsidios entregados para el fomento forestal a través del D.L. 701, esto con el fin de observar el efecto de utilizar esta tecnología en situaciones donde no se pueda optar a este subsidio.

### Productos por hectárea (postes, polines, tutores)

Considera los supuestos como constantes haciendo variar sólo la producción de postes, polines y tutores por unidad de superficie, con la variación correspondiente a la elaboración de los productos. Estos rendimientos se asumieron como un aumento de un 10% y 20% y una disminución en los mismos montos (Tasa de descuento 10%).

### VAN y TIR a diferentes productos por unidad de superficie

Rendimiento (N° prod/ha) (*)	3.960	3.630	3.300	2.970	2.640
VAN (\$/ha)	\$917.088	\$828.451	\$739.814	\$651.177	\$562.539
TIR (%)	27,78%	26,97%	26,09%	25,11%	24,03%

(\*): Base productos/ha: Cabezales: 600; Polines: 1.100; Tutores: 1.600; Total: 3.300

## Escenarios de precios por producto

Considera los supuestos como constantes haciendo variar sólo el precio de los productos de la unidad producida (Postes, polines, cabezales) por hectárea. Estos precios se asumieron como un aumento de un 10% y 20% en el valor del día de los productos y una disminución del precio en un 20 y 40%.

**VAN y TIR a diferentes precios producto**

Precio (\$/Producto)(**)	1.280	1.173	1.067	853	640
<b>VAN (\$/ha)</b>	\$1.009.202	\$874.508	\$739.814	\$470.426	\$201.038
<b>TIR (%)</b>	28,57%	27,40%	26,09%	22,77%	17,64%

(\*\*): Base precio/ha:

Producto	Valor/Unitario (\$)
Cabezal	2.300
Polin	700
Tutor	200
<b>Promedio</b>	<b>1.067</b>

## Escenarios de subsidio forestal

Considera los supuestos como constantes haciendo variar sólo la asignación del Subsidio Forestal entregado por CONAF, ya sea solo entregando el subsidio del primer año, y el escenario de sin subsidio.

**VAN y TIR a diferentes precios producto**

Subsidio Forestal (\$/ha)	Subsidio solo año 1	Con Subsidio	Sin subsidio
<b>VAN (\$/ha)</b>	\$693.639	\$739.814	\$251.872
<b>TIR (%)</b>	24,49%	26,09%	13,33%

## COMENTARIOS FINALES

En todos los escenarios se advierte una evaluación positiva del uso del material clonal adaptado a la IV Región, para la producción de postes y polines, producto de gran demanda en la región y sus vecinas. Las variaciones en los precios, productos y subsidios no afectan negativamente el escenario de evaluación.

La variable precio de los productos es la que tiene un mayor efecto al momento de la evaluación, ya que una disminución de estos valores provoca una rápida disminución de la rentabilidad del proyecto, evaluado a tasa del 10%.

La variación debido a efectos silvícolas se encuentra en los rangos generales para este tipo de evaluación, en donde la producción volumétrica se espera aumenta del orden del 20%, asumiendo una disminución por mortalidad u otros factores en la misma magnitud.

El resultado de la transferencia tecnológica dependerá del real efecto sobre los propietarios que el proyecto pueda lograr. Sin embargo, el incremento supuesto tanto en volumen producido y superficie incorporada a la actividad forestal, se consideran como límites inferiores que este trabajo es capaz de lograr, haciendo conservador el valor de los resultados presentados.

Por otro lado, el éxito en la adopción de la tecnología puede estar supeditado a los factores culturales que poseen los clientes relevantes del proyecto. Esto puede influir en el cumplimiento eficiente de las metas de forestación y/o aceptación de la tecnología. Sin embargo, con la puesta en marcha, desde el comienzo del proyecto, de un fuerte programa de transferencia tecnológica, fue posible abordar de manera efectiva esta incertidumbre.

El sistema de producción forestal propuesto puede parecer de largo plazo, ya que la actividad que propietarios rurales desarrollan tiene un fuerte componente de inmediatez. Sin embargo, es importante destacar que la producción forestal ha sido abordada efectivamente por algunos empresarios y particulares, y estos en adición a los asociados del proyecto, pueden generar un efecto multiplicador a los potenciales clientes del negocio forestal.

Entonces es factible pensar que aparte de los productos tradicionales aplicados en los supuestos se generarán otros, avalados por las propiedades de las especies, lo que implica que la rentabilidad se incrementaría.

Al no considerar otros productos generados por estas plantaciones como madera para muebles o simplemente recuperación de suelos que estén degradados, permiten inferir que el beneficio económico que se espera por este proyecto aumentaría ostensiblemente.

Los supuestos adoptados para la situación con proyecto se consideran conservadores. Estos valores pueden incrementarse por cuanto las futuras plantaciones se establecerán sólo con

el mejor material. Si bien se asume que los volúmenes se incrementarán, es posible pensar que ello provoque un aumento del precio de la materia prima.

El análisis de no contar o considerar bonificaciones para la plantación y el manejo, fue también positivo, lo que permiten pensar en la adecuada rentabilidad del proyecto.

Con respecto las intervenciones silvícolas, se aprecia que son muy conservadoras en cuanto a generar uno u otro producto, ya que si pensamos que los propietarios adoptan decisiones basadas en información confiable en términos de manejo silvicultural, ubicación edafoclimática de plantaciones, procedencia, etc., el resultado por efecto lógico de estas consideraciones, tiende a cambiar positivamente.

Por último los efectos no cuantificables como el beneficio ambiental y social asociados a aumentar la masa boscosa y la recuperación de zonas degradadas, va a tener beneficios económicos a largo plazo como, menor contaminación, menos pérdida de suelos, lo que nos lleva a una mejor calidad de vida.

Los beneficios no cuantificados están referidos a los conceptos de sustentabilidad de los recursos naturales, diversificación, reservas genéticas, a la incorporación de los conceptos de conservación de suelos y bosque, la integración de los pequeños propietarios a la actividad forestal y recuperación de áreas degradadas. La situación sin proyecto presenta una situación que es difícil de cuantificar, como lo es la degradación de los suelos provocada por la desnudez de estos por largos períodos de tiempo, dando lugar a agotamiento químico de nutrientes o aún su degradación por sustancias tóxicas, la cual es provocada fundamentalmente por la actividad humana (crecimiento demográfico), el pastoreo y las malas prácticas silviculturales, generando una subutilización de los recursos. Con el proyecto se pretende, además, obtener una valorización social del recurso suelo-bosque, y su dependencia y relación con el habitante rural, haciéndolo también participe, a él y su comunidad, de las ventajas y atractivos del manejo forestal.

Las externalidades directas o indirectas generadas por el proyecto conceptualizan un beneficio social y económico no cuantificable de gran importancia, ya que los resultados apuntan a un grupo objetivo deprimido en su actual estructura y cuya subsistencia esta estrechamente ligada a los factores medioambientales, lo que se agrava como consecuencia de las deficientes e inadecuadas tecnologías utilizadas en sus actividades silvoagropecuarias.

El no aprovechar las potencialidades del recurso forestal y los suelos que permitirían esta actividad es un costo que es difícil de cuantificar, pero es posible percibir que es una oportunidad que se está desaprovechando, tanto a nivel de personas, empresas y país.

Los beneficios directos tendrán un manifiesto impacto multiplicador al ser difundida una nueva tecnología productiva, a través de agentes extensionistas y unidades de transferencia tecnológica. Logrando adecuados retornos por la actividad forestal y fomentando la participación de las empresas y pequeños propietarios en el uso de especies alternativas eficientes desde el punto de vista económico, permitiendo su estudio y aprovechamiento

racional a través de una silvicultura adecuada. En cuanto a las externalidades indirectas, se logra establecer una actividad silvícola con menor rigidez al uso integral del medio, disminuyendo la presión sobre la vegetación nativa. Las externalidades positivas derivadas del proyecto contribuyen en gran medida a:

- *Disminuir la desertificación.*
- *Evitar la excesiva explotación y destrucción de la vegetación nativa, y por ende el riesgo de extinción de especies, aumentando, al mismo tiempo las tasas de reforestación.*
- *Disminuir la sobreutilización y sobre exposición de los suelos y a la vez, aumentar la capacidad de infiltración que posee.*
- *Recuperación de suelos.*
- *Diversificación forestal. Potenciar la diversificación forestal con especies de probada adaptabilidad y generadora de productos atractivos, aumentando la tasa de forestación regional.*

El proyecto puede, además, beneficiar directamente a numerosas familias que a la fecha cuentan con plantaciones establecidas vía D.L. 701, a los que se deben agregar los propietarios que han forestado con apoyo de organizaciones no gubernamentales o por cuenta propia. El efecto demostrativo del manejo puede provocar una radiación sobre un universo potencial de pequeños propietarios que poseen predios de una superficie menor a 200 ha, y que serán los beneficiarios de las bonificaciones especiales contempladas en el nuevo D.L. 701.

Frente a externalidades más específicas, es posible mencionar: fijación de población en zonas rurales, mayor dinámica de economías regionales, aperturas de nuevos mercados y un mayor avalúo de las propiedades, disminución de los residuos de corteza en aserraderos y otros. Disminución del daño provocado por los extraíbles lixiviados de la corteza por la lluvia producción y utilización de resinas libres de compuestos tóxicos, típicamente presente en resinas tradicionales, como formaldehído y fenol.

## **Problemas enfrentados durante la ejecución del proyecto y Medidas para enfrentarlos**

El incendio Forestal que afectó al ensayo de Procedencias-Progenie de Mel-Mel impidió obtener material vegetal desde los árboles plus seleccionados en ese ensayo. Para sobrellevar esta situación se incorporaron nuevas selecciones de modo de suplir los individuos faltantes.

Se esperaba obtener un mayor número de árboles selectos de *E. cladocalyx* en los ensayos existentes. Sin embargo, de igual modo se consiguió el número propuesto relajando ligeramente los criterios de selección, pues las escasas plantaciones de esta especie en Chile no permiten implementar campañas de selección con intensidades altas.

Se detectaron problemas relacionados con la habilidad rizogénica de algunos clones. Por este motivo se seleccionaron más individuos de los que serán establecidos en los ensayos clonales de modo de descartar aquellos con baja capacidad de enraizamiento.

Se enfrentaron problemas para enraizar *in vitro* a la mayoría de los clones seleccionados. Para superar esta limitación se consultó a expertos por otras alternativas de medios y técnicas para la inducción de raíces de los explantes. Se modificaron los protocolos iniciales, probando nuevas variaciones de los medios de enraizamiento; separando la etapa de inducción de primordios radicales de la etapa de desarrollo de estos primordios en medios y condiciones de cultivo diferentes; y se incorporó el control de la variable fotoperiodo durante las pruebas de enraizamiento.

Se enfrentaron problemas relacionados con la escasa activación de los explantes de *E. cladocalyx*, así como con su enraizamiento y la lenta respuesta en crecimiento. Incluso material ya enraizado presentó incrementos de crecimiento muy reducidos comparados con los de *E. camaldulensis*. Este inconveniente impidió la obtención de plantas para establecer los ensayos clonales. Como medida correctiva se extendió el plazo para la finalización del proyecto. Aún así los problemas enfrentados con la micropropagación de *E. cladocalyx* no pudieron ser superados.

Otro problema enfrentado fue que el retraso en la obtención de las plantas requeridas para establecer los ensayos clonales obligó a que estos fueran plantados en una época inapropiada (octubre), en circunstancias que la época ideal es en invierno después de las primeras lluvias. No obstante, debido a que el proyecto estaba próximo a finalizar no se podía postergar la plantación hasta el invierno siguiente. Para aminorar el efecto de la plantación inoportuna se intensificó el trabajo del suelo, se incorporó gel y agua al momento de plantar y se planificaron riegos adicionales para el periodo estival.

## **Calendario de Ejecución Programado y Cuadro Resumen de Costos**

A continuación se entregan las Cartas Gantt del **Proyecto Original** aprobado y el **Proyecto Real Ejecutado** de acuerdo a las prórrogas autorizadas por la Dirección Ejecutiva de FIA.

El Cuadro Resumen de Costos del proyecto (Aprobado y Real) se entregará como Anexo Complementario a este Informe Técnico, una vez finalizado el Informe Financiero Final para el cual, se encuentra postergada su entrega, con autorización de FIA (con Carta N° 15 de enero 3 enero de 2006), para el 27 de febrero de 2006.

Proyecto Original BII-PI-C-2001-1-F-050: Masificación de Genotipos Forestales de Interés Comercial para la Zona Árida y Semi árida del País

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	2002												2003												2004											
					D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
1	MASIFICACIÓN CLONES SUPERIORES	805 días	01-11-01	01-12-04	[Barra negra continua]																																			
2	Sistematización de Información	85 días	03-12-01	29-03-02	[Barra azul]																																			
3	Recopilac. informac.	64 días	03-12-01	28-02-02	[Barra azul]																																			
4	Análisis y elaboración documento	20 días	01-03-02	28-03-02	[Barra azul]																																			
5	Documento Final	1 día	29-03-02	29-03-02	[Barra azul]																																			
6	Etapa de selección de individuos superiores según obj	61 días	10-12-01	04-03-02	[Barra negra]																																			
7	Identificación de rodales y ensayos	15 días	10-12-01	28-12-01	[Barra azul]																																			
8	Selección e Identificación de genotipos superiores	45 días	31-12-01	01-03-02	[Barra azul]																																			
9	Obtención Base Genética in situ	1 día	04-03-02	04-03-02	[Barra azul]																																			
10	Adecuación de infraestructura de laboratorios para tral	67 días	03-12-01	05-03-02	[Barra negra]																																			
11	Compra de equipos y materiales	66 días	03-12-01	04-03-02	[Barra azul]																																			
12	Preparación de sectores de trabajo	12 días	15-02-02	04-03-02	[Barra azul]																																			
13	Laboratorio de Alta Tecnología	1 día	05-03-02	05-03-02	[Barra azul]																																			
14	Micropropagación del material	420 días	05-03-02	13-10-03	[Barra negra]																																			
15	Validación de Protocolo	307 días	05-03-02	07-05-03	[Barra negra]																																			
16	Obtención de Material	10 días	05-03-02	18-03-02	[Barra azul]																																			
17	Desinfección material	1 día	19-03-02	19-03-02	[Barra azul]																																			
18	Inducción de brotes	30 días	20-03-02	30-04-02	[Barra azul]																																			
19	Multiplicación de brotes	30 días	01-05-02	11-06-02	[Barra azul]																																			
20	Elongación de brotes	30 días	12-06-02	23-07-02	[Barra azul]																																			
21	Enraizamiento	30 días	24-07-02	03-09-02	[Barra azul]																																			
22	Acondicionamiento	30 días	04-09-02	15-10-02	[Barra azul]																																			
23	Enraizamiento de clones micropropagados	1 día	04-09-02	04-09-02	[Barra azul]																																			
24	Endurecimiento	145 días	16-10-02	06-05-03	[Barra azul]																																			
25	Protocolo micropropagación de genotipos supe	1 día	07-05-03	07-05-03	[Barra azul]																																			
26	Etapa Operativa de Micropropagación	386 días	22-04-02	13-10-03	[Barra negra]																																			
27	Obtención de material 1	10 días	22-04-02	03-05-02	[Barra azul]																																			
28	Desinfección del material 1	1 día	01-05-02	01-05-02	[Barra azul]																																			
29	Inducción de brotes 1	30 días	02-05-02	12-06-02	[Barra azul]																																			
30	Multiplicación de brotes 1	30 días	13-06-02	24-07-02	[Barra azul]																																			
31	Inducción de la elongación de brotes 1	30 días	25-07-02	04-09-02	[Barra azul]																																			
32	Inducción del enraizamiento 1	30 días	05-09-02	16-10-02	[Barra azul]																																			
33	Enraizamiento de clones micropropagados ope	1 día	17-10-02	17-10-02	[Barra azul]																																			
34	Acondicionamiento del material en laboratorio	30 días	17-10-02	27-11-02	[Barra azul]																																			
35	Acondicionamiento y manejo de setos 1	147 días	28-11-02	20-06-03	[Barra azul]																																			
36	Obtención de material 2	10 días	13-05-02	24-05-02	[Barra azul]																																			
37	Desinfección del material 2	1 día	22-05-02	22-05-02	[Barra azul]																																			
38	Inducción de brotes 2	30 días	23-05-02	03-07-02	[Barra azul]																																			
39	Multiplicación de brotes 2	30 días	25-07-02	04-09-02	[Barra azul]																																			
40	Inducción de la elongación de brotes 2	30 días	26-09-02	06-11-02	[Barra azul]																																			
41	Inducción del enraizamiento 2	30 días	28-11-02	08-01-03	[Barra azul]																																			
42	Acondicionamiento del material en laboratorio	30 días	30-01-03	12-03-03	[Barra azul]																																			















## **Difusión y Transferencia Tecnológica del Proyecto**

### **Convenios de Colaboración**

Al inicio de la ejecución del proyecto se formalizaron los Convenios de Colaboración con los asociados: Comunidad Agrícola de Cuz Cuz, Sociedad Agrícola y Ganadera El Tangué y Vivero Forestal Cavilolén de Los Vilos. Una copia de estos documentos formalizados se encuentra en el **Anexo 10**.

### **Lanzamiento del Proyecto (Primer Taller de Trabajo)**

Se realizó en la ciudad de La Serena, en el auditorio del Centro Regional de Investigación INTIHUASI del INIA, el 12 de abril de 2002, con la participación de todos los entes involucrados del ámbito público y privado.

El lanzamiento del proyecto generó como resultado el poner en conocimiento de sus alcances a potenciales asociados que pudieran aumentar el impacto esperado. En dicha oportunidad se recogieron inquietudes de otras Comunidades Agrícolas, CONAF IV región y otros particulares que solicitaron nuevos antecedentes de este estudio.

A todos los participantes de este encuentro se les entregó un resumen ejecutivo del proyecto de acuerdo a la formulación (**Anexo 11**) del mismo y una pauta técnica de la metodología propuesta para la selección de árboles (**Anexo 12**).

En la **Figura 39** se muestran imágenes de las presentaciones del proyecto y de la concurrencia.



**Figura 39: Imágenes del desarrollo de la actividad: Lanzamiento del Proyecto en La Serena**

### **Reuniones Consejo Consultivo del Proyecto**

El Consejo Consultivo está conformado por el equipo técnico del proyecto y los asociados (**Cuadro 25**). Su objetivo es velar por que se cumplieran las actividades del proyecto como asimismo observar, corregir y sugerir acciones que propendieran a conseguir los objetivos planteados y el logro de los impactos esperados.

**Cuadro 25:**  
**Conformación consejo consultivo del proyecto**

	<b>Nombre</b>	<b>Rol</b>
Equipo Técnico del proyecto	María Paz Molina,	Jefe de Proyecto
	Braulio Gutiérrez,	Director Alterno
	Juan Carlos Pinilla,	Investigadores y
	Patricio Chung:	
	José Gutiérrez	
	Hernán Soto:.	Técnico-Viverista
Asociados del Proyecto	Carlos Bobadilla:	Representante Vivero Cavilolén
	Tomas Cuevas:	Representante Hacienda El Tangué
	Mario Gálvez:	Representantes CONAF V región
	Marcos González	
	Fernando Chamorro:.	Presidente Comunidad Agrícola Cuz-Cuz

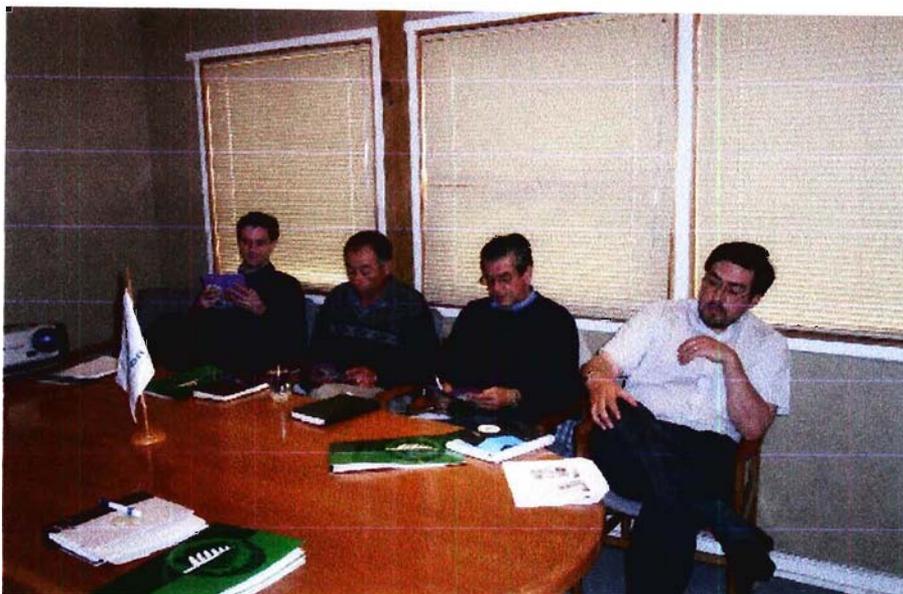
a) Primera Reunión del Consejo Consultivo del Proyecto

El objetivo de esta primera reunión fue el conocerse entre los asociados, equipo técnico y potenciales socios. En ella se analizaron los avances del proyecto, las tareas de corto plazo y algunos temas relacionados.

En términos generales se señalaron los avances del proyecto los cuales correspondían a lo informado en el primer Informe Técnico del mismo más la inclusión de la selección de árboles. Por otra parte el equipo técnico se comprometió a visitar a los socios que según convenio de colaboración se comprometieron a levantar un invernadero para las labores de macropropagación del material. A este respecto se preparó un documento denominado "Proyecto Invernadero" (**Anexo 8**) donde se plantea un diseño de invernadero y los costos asociados. Este documento fue enviado a todos los socios, de modo que aquellos que no tienen el compromiso de hacer un invernadero evaluarán esta posibilidad y ello pudiera permitir establecer un mayor número de ensayos clonales.

b) Realización de la Segunda Reunión del Comité Consultivo

El objetivo de esta reunión fue analizar los avances del proyecto, las tareas de corto plazo y algunos temas relacionados con la promoción de las especies en estudio en la IV región. En la **Figura 40** se presenta una vista parcial de la reunión donde por parte del equipo técnico del proyecto se hicieron diversas exposiciones.



**Figura 40: Reunión Comité Consultivo del proyecto en oficinas de INFOR Concepción**

En términos generales se señalaron los avances del proyecto los cuales correspondían a lo informado en el segundo informe Técnico del mismo más la inclusión de la selección de árboles. Adicionalmente se visitó el laboratorio de Biotecnología de INFOR en Concepción (Figura 41).



**Figura 41: Visita del Comité Consultivo al laboratorio de biotecnología de INFOR**

### c) Tercera Reunión Consejo Consultivo

A esta reunión asistió la totalidad de los asociados al proyecto. En este encuentro se les informó a los asociados sobre la reprogramación del proyecto y sus avances como también una charla con los resultados de los ensayos de enraizamiento de estacas. En el **Anexo 13** se presentan las charlas que se expusieron a los asistentes a la reunión.

La conclusión final de esta reunión de trabajo es que los asociados estaban dispuestos a continuar el apoyo al proyecto y por lo mismo se ajustaron a los nuevos cambios introducidos (principalmente la postergación del establecimiento de los ensayos clonales).

### **Realización del Segundo Taller de Transferencia y día de campo**

El Segundo Taller del proyecto generó como resultado el poner en conocimiento de sus alcances a potenciales asociados que pudieran aumentar el impacto esperado.

A todos los participantes de este encuentro (**Figura 42**) se les entregó una carpeta con el resumen ejecutivo del proyecto y tres presentaciones relacionadas con el avance del proyecto, “Metodología y resultados de Selección, Sanción y Colecta de material vegetativo de arboles plus de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*, Metodología y Avances en Micropropagación y Antecedentes para el uso de *E. camaldulensis* en zonas semiáridas de Chile (**Anexo 14**).



**Figura 42: Asistentes al Segundo Taller del Proyecto en Illapel**

Este mismo día se realizó un día de campo en el sector de Peralillo (**Figura 43**), donde se visitaron Ensayos de introducción de especies en los cuales existen árboles seleccionados de *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus cladocalyx*, En el día de campo se mostró en terreno bajo qué condiciones de clima y suelo sobreviven estas especies y al grado de estrés hídrico a que están sometidos. Adicionalmente se entregó la metodología de selección y colecta de material y antecedentes de los Ensayos de Introducción de Especies en el Sector de Peralillo IV Región (**Anexo 15**).



**Figura 43: Visita a ensayo de introducción de especies en sector Peralillo**

## Presentaciones Póster del Proyecto

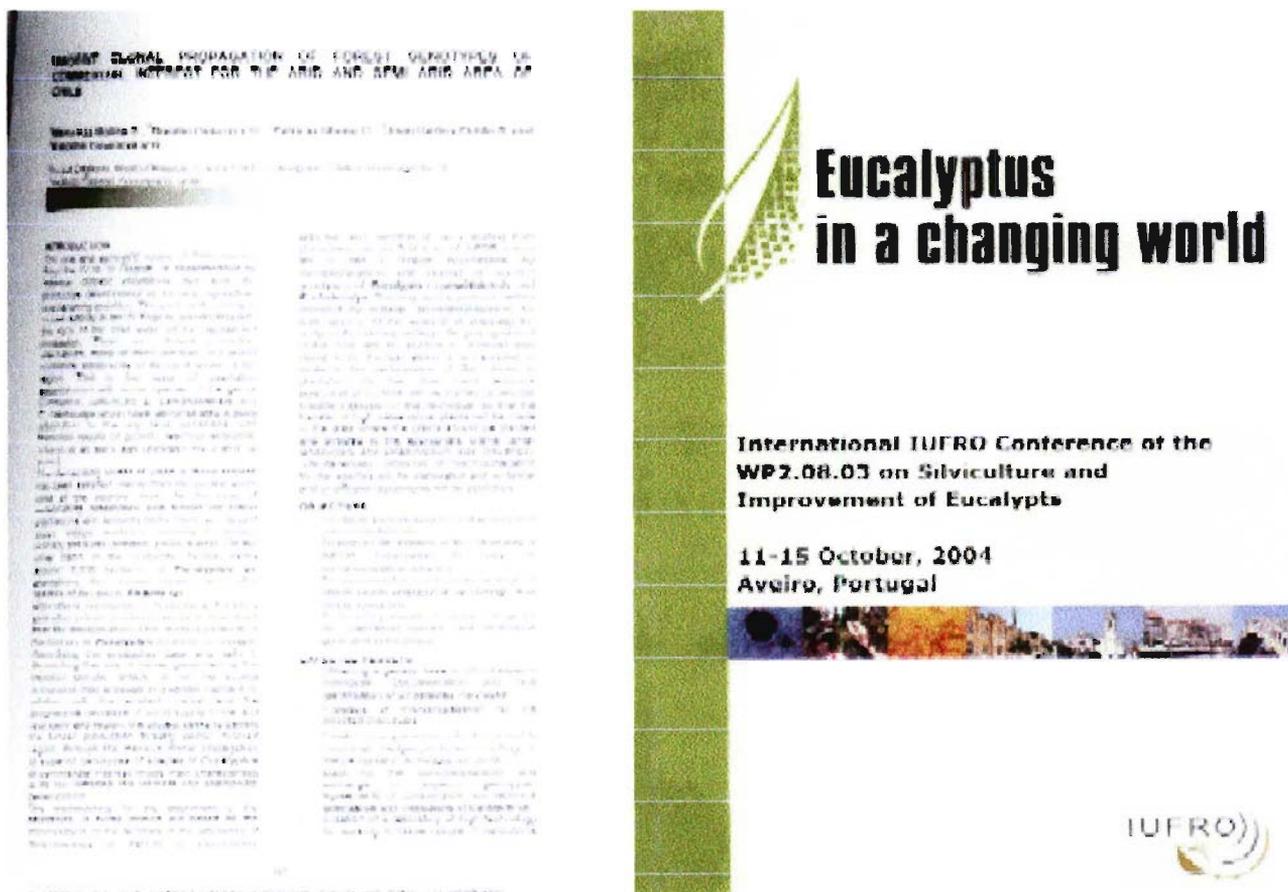
En el **Anexo 16** se encuentra una imagen digitalizada del póster elaborado para la presentación del mismo en los siguientes eventos:

- Foro Internacional de Biotecnología organizado por UNIDO, Universidad de Concepción, Gobierno Regional del Bío Bío y el Ministerio de Relaciones Exteriores.
- Feria EXPO AGRO 2004 realizada en Centro de Eventos Espacio Riesco de Santiago, entre 13 y 15 de mayo de 2004. Esta feria fue organizada por la Sociedad Nacional de Agricultura, Ministerio de Agricultura y FISA.



**Figura 44: Póster del Proyecto presentado en distintos eventos científicos y de difusión**

- Simposio IUFRO Internacional de Mejoramiento y Productividad de Eucalyptus realizado en la ciudad de Aveiro, Portugal en Octubre de 2004. En el **Figura 44** se encuentran imágenes de la presencia del proyecto en las Actas del Simposio.



**Figura 44: Actas de Simposio IUFRO de Aveiro, Portugal**

- Seminario “Sector agrícola y la biotecnología, situación actual y desafíos”, organizado por FIA y REDBIO en el mes de noviembre de 2005.

## **Presentación de Charlas en Seminarios**

- Durante el mes de noviembre de 2003, el proyecto fue expuesto en el Seminario denominado “Diagnóstico, Potencialidades y Requerimientos para el Desarrollo del Sector Forestal en la IV Región”. Dicho seminario se enmarcó en Programa de Innovación Tecnológica que lleva a cabo el Gobierno Regional y CORFO, con el objeto de promover, orientar y cofinanciar la ejecución de proyectos innovadores en la Región de Coquimbo, esperando con esta actividad recoger los requerimientos de investigación y desarrollo tecnológico para impulsar el crecimiento del sector forestal en la región. Esta exposición se presenta en el **Anexo 17**.
- Seminario de Biotecnología de la Región de Coquimbo, desarrollado el día martes 13 de septiembre de 2005, organizados por la Intendencia Regional e Innova Chile.

## **Elaboración Documento divulgativo de difusión nacional**

De acuerdo a los resultados obtenidos del desarrollo operacional para micropropagación y macropropagación de *Eucalyptus camaldulensis*, se preparó el documento divulgativo: **Clonación de individuos selectos de *Eucalyptus camaldulensis*: Macro y Micropropagación.**

En el caso particular de *Eucalyptus camaldulensis*, las investigaciones del Instituto Forestal contemplan el uso de la propagación asexual como una herramienta para masificar material genético seleccionado en el transcurso del proyecto FIA “*Masificación Clonal de Genotipos Forestales de Interés Comercial para la Zona Árida y Semiárida del País*”, en función de su capacidad para exhibir favorables características de crecimiento y forma, en zonas sometidas a severas restricciones hídricas de la IV y V regiones del país.

El presente documento de difusión es también un resultado del proyecto, y resume a lo largo de sus dos capítulos los principales aspectos que determinan la propagación exitosa de esta especie, mediante el uso de procedimientos de micro y macropropagación, particular y respectivamente de organogénesis somática y enraizamiento de estacas.

Dentro de las conclusiones importantes de este trabajo se pueden destacar que:

Los protocolos de multiplicación para especies forestales exhiben muchas variantes, siendo el protocolo presentado en este documento una opción efectiva para multiplicar los clones de *E. camaldulensis* considerados en este proyecto.

Fue posible establecer un protocolo operacional para las distintas etapas que contempla el proceso de micropropagación. La mayor dificultad se presentó en la etapa de elongación de brotes, lo que a su vez impedía el enraizamiento de los explantes. Sin embargo, con el conjunto

de técnicas aplicadas fue posible producir el tipo de brote requerido para completar el proceso de cultivo *in vitro*.

Las plantas madres obtenidas a través de micropropagación representan un material rejuvenecido y apropiado para confeccionar estacas enraizables de *E. camaldulensis*.

La capacidad rizogénica de *E. camaldulensis* es significativamente mayor que la de otros eucaliptos tradicionalmente cultivados en el país (*E. globulus* y *E. nitens*).

A pesar de su rusticidad, el proceso de enraizamiento demanda condiciones de humedad relativa que sugieren que este se efectúe en invernadero.

Los detalles de esta publicación que actualmente se encuentra en prensa se encuentran en el **Anexo 18** en su versión final corregida por FIA.

## Impactos del proyecto

IMPACTOS ESPERADOS	IMPACTOS LOGRADOS, POR LOGRAR Y DIFERENCIA CON ESPERADOS
<p>Aumentar el rendimiento productivo y supervivencia de plantaciones forestales con <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. cladocalyx</i>, en diferentes zonas entre la IV y VI Región del país.</p>	<p>Por lograr.</p> <p>El proyecto identificó y multiplicó material genético de gran valor productivo para aumentar el rendimiento de las plantaciones y obtener el impacto esperado. Este se materializará en la medida que se establezcan las plantaciones con los clones identificados por el proyecto.</p> <p>Tales plantaciones corresponderán a iniciativas de emprendedores privados, una vez que los ensayos clonales entreguen resultados definitivos respecto a cuales de los clones evaluados son los más apropiados para cada condición.</p>
<p>Incrementar ingresos de propietarios.</p>	<p>Por lograr.</p> <p>El aumento de ingresos será consecuencia de implementar una actividad económica adicional a las tradicionales, correspondiente al cultivo de eucaliptos tolerante a la sequía, la cual será posible gracias a los resultados generados por el proyecto.</p>
<p>Contribuir con información a pequeños y medianos propietarios. Mejorar las capacidades tecnológicas de los agentes involucrados.</p>	<p>Logrado.</p> <p>Particularmente los agentes asociados al proyecto han adquirido conciencia de las ventajas asociadas al cultivo del material desarrollado por este programa. Ellos fueron los beneficiarios de actividades de capacitación y recibieron información en forma de manuales para mejorar sus capacidades tecnológicas (manual para implementación de invernadero, manual para enraizamiento de estacas).</p>

<p>Fortalecer la capacidad institucional en transferencia tecnológica.</p>	<p>Logrado.</p> <p>La organización de las actividades de difusión y transferencia contempladas en el proyecto permitieron que el equipo del mismo se capacitara en forma práctica y ganara experiencia en la organización y ejecución de este tipo de actividades.</p>
<p>Generar alternativas productivas con especies forestales adaptadas a zonas áridas.</p>	<p>Logrado.</p> <p>Se generó una importante base genética, compuesta de material altamente seleccionado en función de su capacidad para exhibir una marcada superioridad productiva, en ambientes donde las restricciones hídricas limitan el desarrollo de otras alternativas de producción forestal.</p>
<p>Promover la mantención de una cubierta vegetal, para proteger al suelo de factores erosivos.</p>	<p>Por lograr.</p> <p>En la medida que se desarrollen las plantaciones operacionales asociadas a los resultados del proyecto, se dispondrá de una cubierta arbórea anteriormente inexistente, que contribuirá a proteger al suelo de los factores erosivos.</p>

## Conclusiones y Recomendaciones

- Se seleccionó una interesante base genética de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx* compuesta por individuos seleccionados en diferentes plantaciones experimentales, los cuales son capaces de exhibir crecimiento y características de forma muy deseables, aún creciendo en condiciones adversas de disponibilidad de agua.
- Se logró elaborar un protocolo operativo de micropropagación para *E. camaldulensis*.
- No fue posible micropropagar *E. cladocalyx*, recomendándose insistir sobre este punto, en función de las ventajosas características que ofrece esta especie como alternativa de forestación para las zonas áridas. Este es un problema que se enfrenta incluso en Australia, donde investigadores del proyecto intercambiaron información a este respecto con investigadores de la Universidad Melbourne en una visita técnica en octubre de 2004.
- Se comprobó que la propagación por enraizamiento de estacas de *E. camaldulensis* es una opción válida y operativa para masificar material genético valioso de esta especie.
- Se concluye que la tecnología de mini estacas puede mejorar aún más los rendimientos de producción de plantas de *E. camaldulensis* por enraizamiento de estacas.
- Se establecieron ensayos clonales de *E. camaldulensis* que orientarán el uso futuro de esta especie bajo esquemas de silvicultura clonal.
- Se logró habilitar y remodelar un invernadero de producción de plantas y equipar un laboratorio de micropropagación, aspectos que serán de gran utilidad para continuar trabajando en estas importantes líneas de investigación.
- Se transfirió información y material genético a los asociados del proyecto, habilitándolos para hacer un aprovechamiento económico–comercial de sus resultados y permitiendo de esta forma que estos impacten efectivamente en el sector forestal de las regiones consideradas en el estudio.
- El plazo inicial del proyecto (3 años) habría sido insuficiente para la consecución de los objetivos de establecer el material clonal en ensayos de terreno. La generación de un protocolo operativo de Micropropagación requiere un plazo mayor.

## **Anexos**

La totalidad de los Anexos se encuentran digitalizados en el CD adjunto a este informe.

## Bibliografía Consultada (en Informes y Anexos)

- Awad, G. y Gutiérrez, B. 1997. Evaluación de la capacidad de enraizamiento de progenies híbridas F1 de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn x *E. globulus* Labill. Chile Forestal N° 247, Marzo, 1997.
- Barros, A.S., 1988. Adaptación a Diversas Procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus* en la zona Semiárida Chilena. En Actas Simposio Manejo Silvícola del Género *Eucalyptus*.
- Benedetti, S., Valdevenito, G. y Wramm, J., 1996. La contribución del Instituto Forestal a la investigación en zonas áridas y semiáridas. Silvicultura. Proyecto Investigación Silvícola para el Desarrollo Forestal del Secano Interior. Informe Técnico.
- Benedetti, S. y Valdés, J., 1996. Prácticas agroforestales tradicionales en la zona árida y semiárida de Chile. CONAF / Ministerio de Agricultura.
- Cauvin, B. 1982. Réjuvénilisation-Multiplication d'ortets séniles *Eucalyptus*. Annales AFOCEL 1982. Pp: 74-105
- CELBI. 1982. Propagacao vegetativa do *Eucalyptus globulus* labill. Enraizamiento de estacas. Celulosa Beira Industrial. Dpto. Florestal. Figueira da Faz, Portugal. 7 p.
- Chaperon, H. 1983. Clonal propagation of eucalypt by cutting in France. En: Proceedings of a Workshop on Eucalyptus in California. Sacramento, California, USA. June, 14-16, 1983. Pp: 108-114.
- Cromer, R.N. 1984. Site Amelioration for Fast Growing Plantations. In: Symposium on Site and Productivity of Fast Growing Plantations.
- De la Lama, G. Atlas del Eucalyptus. INIA / Instituto Nacional para la conservación de la naturaleza (ICONA) / Ministerio de Agricultura (Vol. I). Sevilla España.
- DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. 2005. Descripción climatológica IV región. [http://www.meteochile.cl/climas/climas\\_cuarta\\_region.html](http://www.meteochile.cl/climas/climas_cuarta_region.html) (consulta 11.01.2006)
- Ellis, R.C., D.P. Webb, A.M. Graley, and F. Rout. 1985. The Effect of Weed Competition and Nitrogen Nutrition of the Growth of Seedlings of Eucalyptus . Highland Area of Tasmania.
- FAO. 1979. Eucalyptus for planting. Forestry Series N° 11. FAO Roma, Italia.
- FAO, 1979. Eucalyptus for Planting. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 677 p.

FAO, 1997. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas de América Latina N°12.

Ferreira, M. 1992. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. Piracicaba: IPEF, v.45, pp: 22-30.

Gupta, P.K.; Mehta, U.J.; Mascarenhas, A.F. 1983. A tissue culture method for rapid propagation of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. torelliana* from mature trees. Plant Cell Rep. 2: 296 - 299.

Gutiérrez, B.; Chung, P. e Ipinza, R. 1994. Propagación vegetativa y silvicultura clonal en eucaliptos. Ciencia e Investigación Forestal 8(1):139-175.

Gutiérrez, B. 1995. Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Ciencia e Investigación Forestal Vol 9(2): 261-280.

Gutiérrez, B. 2004. Masificación clonal mediante enraizamiento de estacas de genotipos selectos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. (En Prensa)

Heth, D; Fanger-Vexler, L. y Reuveni, O. 1986. Mass production of cutting of *Eucalyptus camaldulensis*. Commonwealth Forestry Review 65(3):215-225.

INE, 1999. Compendio estadístico 1999.

INFOR – CORFO. 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. (Gerencia de Desarrollo AF 86/32).

INFOR. 1997. Informe final de actividades proyecto Investigación Silvícola de Especies del Género *Eucalyptus*. INFOR-CORFO. Concepción, Chile. 71p.

INFOR 1998. Estadísticas Forestales 1998. Boletín estadístico N°68. Instituto Forestal (INFOR), Subgerencia de Estudios Económicos y del Ambiente.

Ipinza, R. y Gutiérrez, B. 1992. Resultados preliminares de un ensayo de enraizamiento de estaquillas de *Eucalyptus globulus ssp globulus*. Ciencia e investigación Forestal Vol 6(1): 61-79

Lakshmi Sita, 1993. Micropropagation of *Eucalyptus*. In: M.R. Ahuja (Ed). Micropropagation of Woody Plants, pp: 263-280. Kluwer Academic Publishers. Printed in Netherlands. Forestry Sciences. V. 41. 507 p.

N.A.S., 1980. Firewood Crops. Shrub and Tree Species for Energy Production. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

ODEPA, 1991. Síntesis Agro – Regional. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y políticas Agrarias.

Paredes, M. 2000. Micropropagación y caracterización genética de selecciones de *Eucalyptus nitens* (Maiden). Taller de Plantaciones Forestales. FIA. Octubre 2000. Santiago, Chile.

Parra y Chung, 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. INFOR-CORFO. 350 p.

Piña, R., 1999. Antecedentes sobre especies promisorias para la forestación de las zonas áridas y semiáridas de Chile. Memoria , 112 pp.

Pinilla, J.C., Molina , M.P. y Ferrando, M. 1999. La Investigación De INFOR: Hacia El Conocimiento Del Eucalipto En Chile. En Actas: Symposium IUFRO *Long-Term Observations and Research in Forestry*, Turrialba, Costa Rica.

Pizarro, 1997. Plan de Desarrollo Forestal Ambiental de la Región de Coquimbo. Ministerio de Agricultura. 154 p.

Poynton, 1979. Tree Planting in Southern Africa, Vol. 2 The Eucalypt. Department of Forestry. Republic of South Africa. 882 p.

Prado, J., 1990. Eucalyptus: Principios de silvicultura y manejo. II parte. Manejo. El Campesino CXXI (1 y 2): 32 - 38.

Sabja, A.M. 1998. Macropopagación y micropopagación en especies forestales. En Apuntes Curso Mejora Genética Forestal Operativa. Pp:219-232. Universidad Austral/INFOR/CONAF. Noviembre 1998. Valdivia, Chile.

Schônau, A.P.G. 1981. The importance of Complete Site Preparation and Fertilizing in the Establishment of Eucalyptus.

Shônau A.P.G. 1984. Fertilization of Fast Gowing Broadleaves Species. In: Symposium on Site and Productivity of Fast Growing Plantations.

Smith, N. 1997. Comportamiento de *Eucalyptus camaldulensis* en Longotoma, Chile: Bases para el mejoramiento de la especie en la zona semiárida. En: Valdebenito, G. y Benedetti, S. (editores). Actas del seminario Forestación y Silvicultura en zonas áridas y semiáridas de Chile. La Serena, Chile, 21 al 25 de octubre de 1996. Pp: 186-195.

- Tapia, M. y González, P. 2000. Micropopagación *Eucalyptus nitens*. En Seminario Micropopagación y Caracterización Genética de *Eucalyptus nitens* (maiden). INIA/Forestal Mininco S.A./Universidad de Concepción/Forestal Simpson S.A. Octubre 2000. Concepción, Chile.
- Turnbull, J.W. and L.D. Pryor, 1978. Choice of Species and Seed Sources. In: Hillis W.E. and A.G. Brown Edts. *Eucalyptus for Production*. CSIRO, Australia
- Valdés, J., 1991. Desarrollo Forestal en Comunidades Agrícolas en la IV Región. En: Seminario La Problemática de la Dendroenergía en el Desarrollo Rural.
- Videla, P. y Chung, P. 1996. Por la senda biotecnológica. En Chile Forestal N°242:52-53. Septiembre 1996. Santiago, Chile.
- Videla, P. y Chung, P. 1996. Micropopagación de *E. globulus* a través de segmentos nodales. En Revista Ciencia e Investigación Forestal 10(2): 165-173. INFOR. Santiago, Chile.
- Vita, A., 1991. Especies dendroenergéticas. Pp 65 –91. En: Seminario La problemática de la dendroenergía en el desarrollo rural. 20 y 21 de junio de 1991. Universidad de Chile. Antumapu.
- Xavier, A.; Comério, J. Microestaquia. 1996. Uma maximizacão da micropropagacão de *Eucalyptus*. Revista Arvore Viciosa, MG, v. 20, n. 1, p. 9-16, 1996.
- Wrann, J., 1990. Efectos de diferentes métodos de plantación en el desarrollo inicial de *E. camaldulensis*, *E. cladocalyx* y *E. sideroxylon* en la zona de Chile. Ciencia e investigación forestal 4 (1).
- Wrann, J., 1991. Forestación con especies energéticas en la zona árida y semiárida.
- Wrann, J., Andrade, F. y Alvear, C., 1994. Técnicas de establecimiento para *Eucalyptus cladocalyx* y *Eucalyptus camaldulensis* en la zona árida y semiárida de Chile en: Actas del Simposio “Los *Eucalyptus* en el Desarrollo Forestal de Chile”. INFOR 633 pp.



GOBIERNO DE CHILE  
FUNDACION PARA LA  
INNOVACIÓN AGRARIA

**Proyecto BID-PI-C-2001-1-F-050**

**MASIFICACIÓN CLONAL DE GENOTIPOS FORESTALES DE INTERÉS COMERCIAL  
PARA LA ZONA ÁRIDA Y SEMI ÁRIDA DEL PAÍS**

**Coordinadora Proyecto: María Paz Molina B., Instituto Forestal, Fono-Fax: 41-749090, Concepción,  
mmolina@infor.cl**