



Resultados y Lecciones en
Eucaliptus
resistente a la sequía para
zonas de secano

Proyecto de Innovación en
IV Región de Coquimbo
y V Región de Valparaíso



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en Explotación de Eucaliptus resistente a la sequía para zonas de secano



**Proyecto de Innovación en
IV Región de Coquimbo
y V Región de Valparaíso**

Valorización a diciembre de 2009



SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**

Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de Jorge Poblete, Ingeniero Forestal, y Carolina Urtubia, Ingeniero Forestal, Ms., de Consultor Asociado (TotalScan Consultores).

**Resultados y Lecciones en
Explotación de Eucaliptus resistente a la sequía para zonas de secano**
Proyecto de Innovación en las regiones de Coquimbo y Valparaíso

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 197.631
ISBN N° 978-956-328-073-9

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Cruzat G., Jorge Poblete E. y Carolina Urtubia C., AQUAVITA Consultores

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

M. Francisca Fresno R. - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Andrea Villena M.

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes	5
2. El modelo y plan de negocios “aprendido”	6
2.1 Objetivo	6
2.2 Perspectivas del mercado	7
2.3 El sector forestal chileno.....	7
2.4 Estrategia de implementación	13
2.5 El proyecto de inversión	14
3. Alcance del modelo o negocio	19
4. Claves de viabilidad del modelo o negocio.....	20
5. Asuntos por resolver.....	21

Sección 2. El proyecto precursor	23
1. El entorno económico y social.....	23
2. El proyecto.....	24
2.1 Objetivos del proyecto.....	24
2.2 Aspectos metodológicos del proyecto.....	25
3. Los productores del proyecto hoy	32

Sección 3. El valor del proyecto precursor y aprendido	33
---	----

ANEXOS	
1. Plantaciones forestales industriales 2008	37
2. Principales especies plantaciones forestales 2007.....	37
3. Exportaciones forestales 2007 por producto.....	38
4. Países de destino de exportaciones forestales durante 2007	38
5. Inversiones y costos de la plantación de <i>E. camaldulensis</i>	39
6. Costos de la instalación de cercos	40
7. Producciones e ingresos del proyecto evaluado.....	40
8. Bonificaciones del proyecto.....	40
9. Resultado y flujos de <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. globulus</i> en las regiones IV y V, con distintos manejos y mercados.....	41
10. Listado de ensayos utilizados para la selección de árboles plus	44
11. Descripción de la ubicación de ensayos clonales (Proyecto precursor)	45
12. Literatura consultada.....	46
13. Documentación disponible y contactos.....	47



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas de un proyecto de selección y masificación clonal de Eucaliptus resistentes a la sequía para las zonas de secano de las regiones IV y V región, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Se espera que esta información aporte a los interesados las bases para establecer un negocio forestal, cuyos productos permitirán aumentar sus ingresos y en el mediano y largo plazo.

► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este Libro han sido desarrollados a partir de un “proyecto precursor”,¹ orientado a la selección de árboles plus y clonación masiva de genotipos de *Eucalyptus camaldulensis* resistentes a la sequía, como opción para la generación de nuevos ingresos para pequeños productores de las zonas de secano de las regiones IV y V.

Región	Comuna	Especie
IV	Choapa	Cuz Cuz
IV	Elqui	El Tangue
IV	Choapa	Pullalli

El proyecto fue ejecutado por INFOR² (VIII Región), en conjunto con CONAF³ (V Región), Comunidad Agrícola Cuz Cuz, Sociedad Agrícola y Ganadera El Tangue y Vivero y Forestal Cavilolén de Los Vilos, entre los años 2002 y 2004.

El proyecto tomó como base la información obtenida de plantaciones de Eucaliptus resistentes a la sequía, establecidas por INFOR en los años 80. En esa oportunidad se realizaron plantaciones en terrenos de secano, de las regiones IV y V, utilizando semillas provenientes de Australia. De estas plantaciones se seleccionaron los mejores individuos, en términos dasométricos y sanitarios (altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), rectitud del fuste, etc.) de las especies de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*. De los clones seleccionados sólo *E. camaldulensis* logró ser propagado exitosamente. Con *E. cladocalyx* se obtuvieron magros resultados.

¹ El proyecto fue presentado con el título: “Masificación clonal de genotipos forestales de interés comercial para la zona árida y semiárida del país”.

² INFOR: Instituto Forestal.

³ CONAF: Corporación Nacional Forestal.

Si bien el objetivo principal del proyecto precursor se refiere a la selección de individuos superiores y a sus protocolos de propagación, el INFOR ha seguido adelante con la evaluación de los ecotipos seleccionados, lo que permite hacer una proyección de los resultados productivos que tendrían esta especie y los clones seleccionados.

Este libro se concentrará en *E. camaldulensis*, por su éxito en la clonación y potencial de producción. Se basará en supuestos comerciales para los posibles productos y mercados, basándose en los indicadores actuales.

► 2. El modelo y plan de negocios “aprendido”

En este capítulo se pretende globalizar el mercado en el que se insertan los productos forestales, a nivel mundial y nacional, y las implicancias de la coyuntura actual.

2.1. Objetivo

El propósito de este documento es entregar un Modelo Productivo de *Eucalyptus camaldulensis* en las condiciones de secano de las regiones IV y V, para producción de madera en pie, a partir de la experiencia generada en el proyecto precursor y las siguientes investigaciones que ha continuado la institución que lo ejecutó.

El objetivo principal es proveer de una alternativa rentable a los agricultores de la zona del secano centro norte del país, que les permita mejorar los niveles de ingresos y/o aumentar sus alternativas de explotación.

***Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.**

También conocido como “eucalipto rojo” y “red gum”, es un árbol de rápido crecimiento, originario de Australia, se utiliza para leña, el viento, el control de la erosión y la reforestación. Naturalmente es un árbol enorme que crece 25 m con facilidad y con un diámetro de 2 m. La madera es durable, fácil de ver y resistentes a las termitas. El árbol es tolerante a condiciones adversas que incluyen: sequía, salinidad, calor y suelos alcalinos, y la sobresaturación. Esta especie de eucalipto está ampliamente distribuida y se cultiva en muchos países como Argentina, EE.UU., Egipto, Kenya y Zimbawe. El aceite que se extrae de las hojas o puntas de ramas se utiliza como antiséptico, astringente y medicina fría. Su madera es de color rojizo y se está probando su uso en la ebanistería.

Fuentes: Echonet, Europapress.



2.2. Perspectivas del mercado

Según datos de FAO, al año 2008, en el planeta existían 3.9 mil millones de hectáreas de bosques. Se estima que cerca de 187 millones de hectáreas son plantaciones y de éstas, sólo 30 millones son de rápido crecimiento. Las plantaciones proveen en la actualidad unos 580 millones de metros cúbicos de madera al año (35% del total). El resto es suministrado por los bosques naturales.

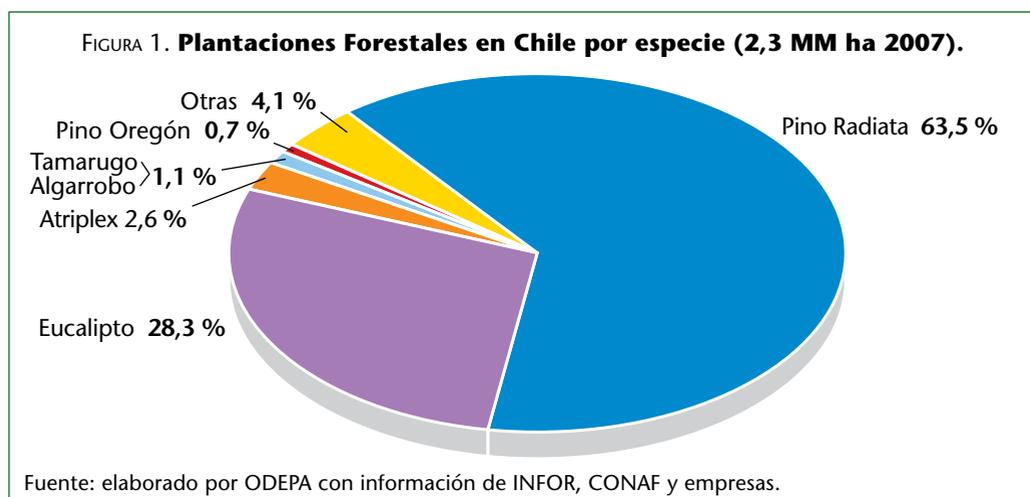
El futuro desarrollo provendrá principalmente de nuevas plantaciones de rápido crecimiento. Puesto que las áreas productivas actuales ya están bajo fuerte presión, la tendencia mundial se orienta a aumentar el nivel de conservación del recurso, más que a incrementar la producción. Se requerirían entonces 37 millones de hectáreas adicionales, para cubrir el 50% del potencial aumento de consumo, lo que es casi 17 veces la superficie plantada de Chile.

Por esta razón, los países capaces de producir madera, a partir de plantaciones de rápido crecimiento, se encuentran en una posición expectante. A esto, Chile agrega sus ventajosas condiciones de estabilidad política, institucional y económica, que lo transforman en una plataforma de negocios privilegiada en comparación con otros países del hemisferio.

2.3. El sector forestal chileno

En los últimos treinta años la industria forestal chilena ha registrado un importante nivel de crecimiento, convirtiéndose en el segundo exportador del país y el primero basado en un recurso renovable. La maduración de esta industria y el nivel alcanzado en materia de sustentabilidad, estabilidad y condiciones laborales, así como de desarrollo industrial permiten pensar que en el futuro, enfrentado un aumento de la demanda mundial por madera y un país basado en las plantaciones de rápido crecimiento como el nuestro, podrá tener interesantes oportunidades para continuar aumentando su participación en el contexto internacional.

El crecimiento dinámico de la industria forestal nacional se inició en 1974, cuando el gobierno abrió la economía a los mercados internacionales y estableció un programa de incentivos, en forma de subsidios a la forestación para recuperar suelos degradados. Esto ha permitido el establecimiento de aproximadamente 2,3 millones de hectáreas de plantaciones forestales consistentes principalmente en Pino insigne (*Pinus radiata*) y Eucaliptus (*E. globulus* y *E. nitens* principalmente), aunque también existen superficies de menor extensión plantadas con: Álamo, Pino Oregón, Raulí, Átriplex forrajero, Tamarugo y otras especies. Por otra parte, el país posee cerca de 13,6 millones de hectáreas de bosques naturales (Figura 1. Detalle en anexos 1, 2 y 3).



Este desarrollo se ha reflejado también a nivel interno, donde el consumo de madera ha pasado de menos de 5 millones de metros cúbicos en 1976, a más de 30 millones de metros cúbicos en la actualidad. Las plantaciones forestales cubren el 95% de este suministro, por lo que los bosques nativos sólo se utilizan como fuente del 5% de materia prima. Es importante notar que el principal uso para este recurso hoy es la leña, extrayéndose 12 millones de metros cúbicos de madera al año para este uso.

Como se aprecia en el cuadro 1, el consumo industrial de madera en trozas es liderado por la industria del aserrío (50,5%) y la pulpa (31,3%).

CUADRO 1. Consumo industrial de madera en trozas (Miles de m³ ssc).

Rubro	Pino	Eucaliptus	Nativas	Otras	Total
Industria de pulpa de madera	9.593	6.188			15.781
Industria del aserrío	15.324	25,8	345	277	15.972
Trozas de exportación*	5,8	0,2	1,7		8
Astillas	29	3.824			3.853
Industria de tableros y chapas	2.189	1,8	168	34,3	2.393
Otras	27.495	10.057	515	347	38.414

* Incluye la exportación de trozas pulpables y aserrables Fuente: INFOR 2008.

Por otra parte, el principal motor de crecimiento de la industria forestal chilena han sido las exportaciones. Desde 1990 el valor de éstas se ha más que triplicado, alcanzando US\$ 4.950 millones en 2007 y US\$ 5.400 en 2008. La pulpa es el producto más exportado y representa en torno al 44% de todas las exportaciones de productos de la madera (Anexo 4).

Los principales países de destino de las exportaciones forestales son: EE.UU., China, Japón, México e Italia (Anexo 5).

A agosto de 2008 los principales mercados eran los mismos, pero con diferentes participaciones. China lideró los montos transados con 15,1% del total, seguido de EE.UU. 13,4%; Japón, 8,3%; México, 6,8%; e Italia, 6,6%.

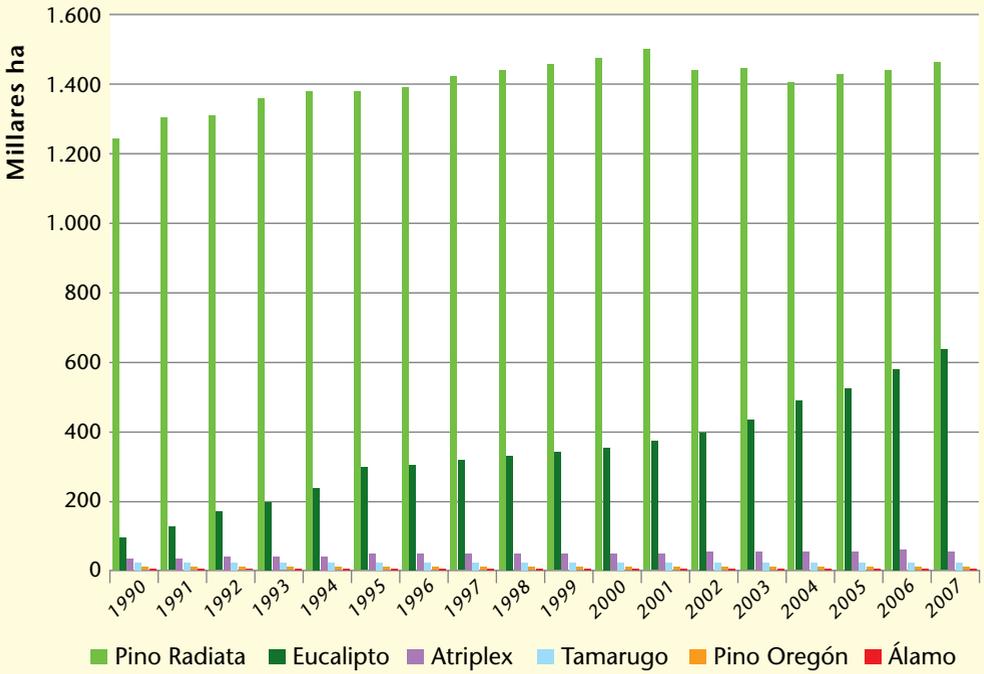
La tasa de plantación de nuevos bosques se encuentra en torno a las 40 mil hectáreas anuales (Figura 2), incorporando a los pequeños propietarios, siendo la vía más clara de expansión de la superficie plantada. Esto produce importantes beneficios colaterales, como la generación de nuevas fuentes de ingreso para los dueños de las tierras, pone a trabajar superficies de suelo que antes eran improductivas y, a la vez, genera un proceso de recuperación y mejoramiento de estos suelos. Puede pensarse que con planes de fomento adecuados, unas 500 mil hectáreas de nuevas plantaciones podrían establecerse en los próximos diez años, mayoritariamente en este tipo de terrenos.

2.3.1. Plantaciones de Eucaliptus

La mayoría de las plantaciones de eucaliptus en Chile corresponden a la especie globulus, originaria de Australia, cuyas plantaciones se encuentran, principalmente, en la zona Centro-Sur de la Región del Bío Bío. Las tasas de forestación con este género se han mantenido crecientes, por más de 15 años (Figura 3).

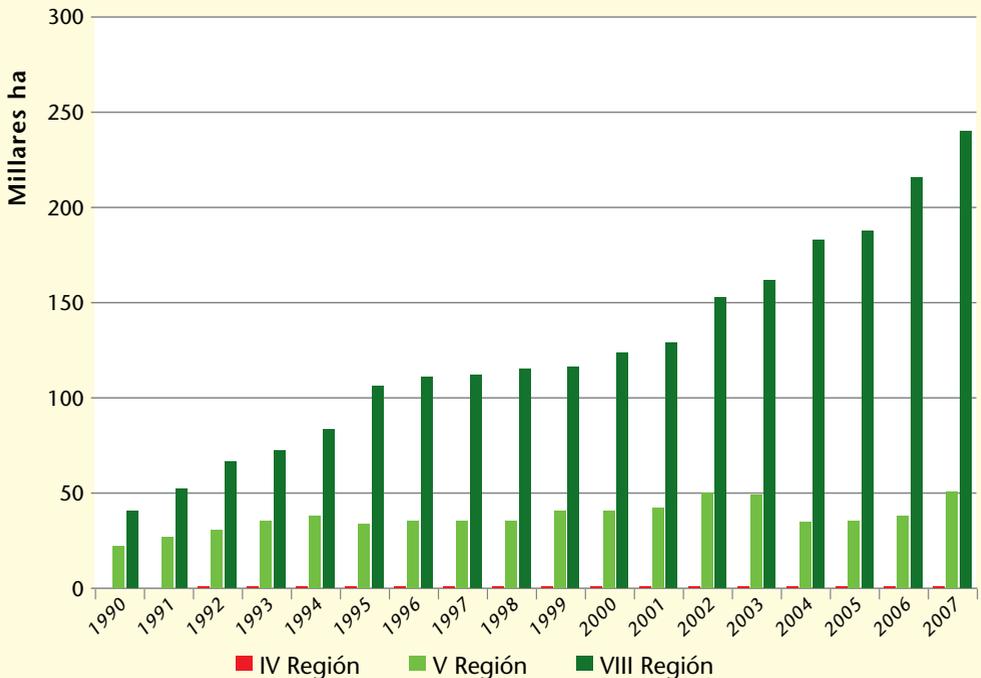
Sin bien la zona Centro-Sur es dominante en términos de expansión de la especie y con espacio para seguir creciendo, existen también plantaciones desde la ciudad de Copiapó (Región de Atacama), hasta la Isla de Chiloé (Región de Los Lagos) con buenos resultados. Entre dichas latitudes lógicamente existen suelos y climas muy diferentes, lo que habla de la capacidad de adaptación de este género. No obstante esto, la experiencia ha ido indicando la necesidad de buscar géneros

FIGURA 2. Evolución de las plantaciones forestales en Chile por especie (miles ha)



Fuente: Elaborado por ODEPA con información de INFOR, CONAF y empresas.

FIGURA 3. Evolución de la superficie de Eucalipto (ha)



Fuente: Elaborado por ODEPA con información de INFOR, CONAF y empresas.

de la especie o clones, adaptados a cada una de las macro condiciones edafoclimáticas, con objeto de aumentar la productividad de las explotaciones en zonas extremas.

Los géneros de eucaliptus más desarrollados en Chile corresponden a: *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*. Las plantaciones están orientadas principalmente a la producción de madera pulperable y a su uso como combustible. De manera creciente, su madera está siendo utilizada también en la fabricación de parquetes, chapas, molduras, muebles, en estructuras de gran luz y, en general, en productos de alto valor agregado. Sin embargo, su fuerte crecimiento se explica por la demanda generada especialmente por los proyectos de celulosa, que se basan en el uso de fibra corta. Esta materia prima se encuentra en un 66,7% en empresas y un 33,3% en pequeños y medianos propietarios. Respecto de las especies involucradas, la mayor parte corresponde a *Eucalyptus globulus* (60,6%); *Eucalyptus nitens* (38,7%); y otras especies con un 0,7%.⁴

2.3.2. Perspectivas de la producción de Eucaliptus en el Secano de la Zona Centro Norte

Se estima que la zona geográfica que considera las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, la Provincia de O'Higgins y la parte norte de la Provincia de San Fernando, concentra un 4,8% de la disponibilidad de eucaliptus para el período 2006 a 2025, en que el 99,9% de la oferta es de *Eucalyptus globulus* y en un 92% pertenece a medianos y pequeños propietarios.

La zona árida y semiárida del país presenta sequías frecuentes que han arrojado pérdidas económicas, agotando los recursos existentes y por ende disminuyendo las posibilidades de desarrollo social. Estas pérdidas se ven agravadas a raíz de los siguientes problemas:

- a. Existencia de áreas degradadas potencialmente recuperables y/o productivas.
- b. Escasez de alternativas productivas, problemática que se ve agravada en períodos de sequía y en especial en terrenos de las comunidades agrícolas, los cuales representan alrededor del 25% del territorio en la IV región.
- c. Desinformación por parte de los propietarios, comunidades y sociedades agrícolas acerca de las alternativas de diversificación de la base productiva. En particular, existe desconocimiento respecto del mercado de madera existente en cada región y las posibilidades de negocios complementarios que surgen a partir de la forestación con especies alternativas.

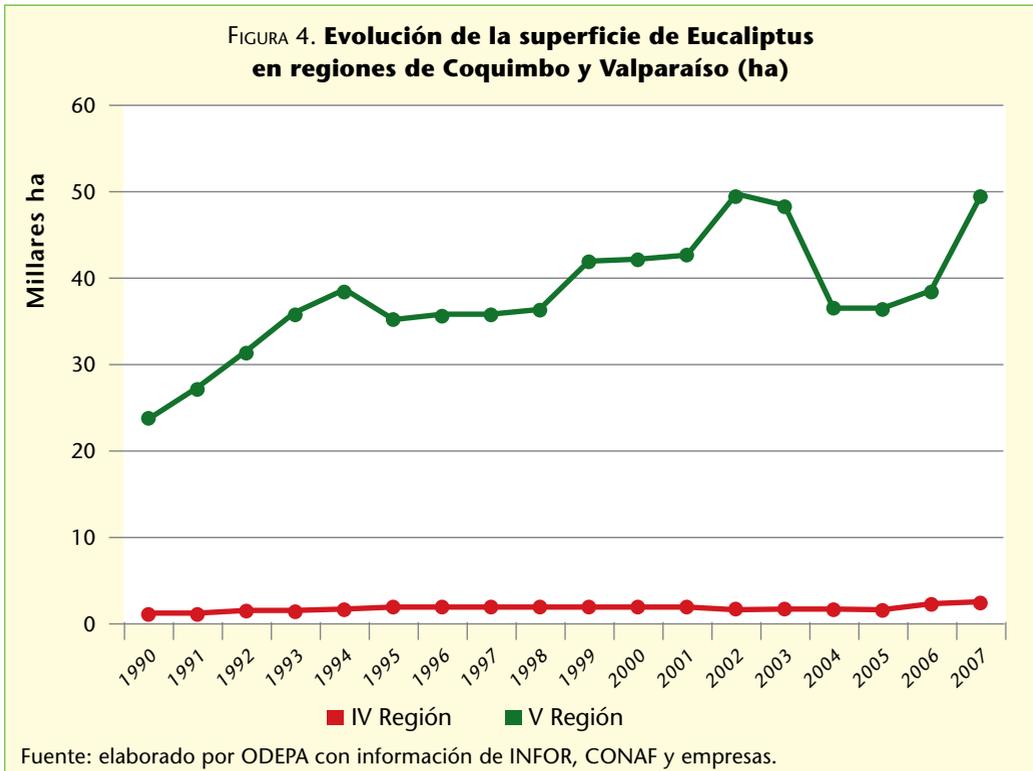
Las oportunidades comerciales tienen relación con el mercado potencial de madera y leña a comercializar en las regiones señaladas, el que puede ser abordado por empresas y particulares que deseen ampliar su base productiva, ofreciendo nuevos productos al mercado.

Eucalyptus globulus es una especie con alta exigencia hídrica, por lo que su desarrollo se ve muy limitado, lo que disminuye su atractivo económico.

Eucalyptus camaldulensis es una especie naturalmente mejor adaptada a la sequía, con buena durabilidad de su madera, siendo recomendado para ocupar terrenos que no compiten con otros productos de importancia agrícola para la zona árida o semi árida, donde existe disponibilidad de suelos para la producción maderera sin intervenir con la producción agropecuaria.

En la región de Coquimbo existen cerca de 2.000 ha de plantaciones de Eucaliptus, del género *globulus*, siendo el más plantado después del atriplex. En la región de Valparaíso la superficie plantada con Eucaliptus alcanza a las 38.000 ha (Fig. 4).

⁴ Corporación Chilena de Madera.



Lo anterior ha generado una disminución de disponibilidad de madera para la Región de Valparaíso, ya que la especie utilizada, *Eucalyptus globulus*, tiene en esta zona un crecimiento limitado y con sectores restringidos de plantación, generalmente cercanos a los cursos de agua.

Por otra parte, el mercado interno se genera por la demanda del sector vitícola de Atacama y Coquimbo que demanda productos madereros primarios, tales como centrales, esquineros y cabezales para vides, productos, que dada la escasez de madera en la región, son adquiridos desde la zona Centro-Sur del país.

Productos a obtener

De acuerdo a la característica de la madera: de dureza, resistencia a ataques de insectos de *E. camaldulensis* y por la demanda observada actual por el rubro agrícola, es posible definir el mercado potencial y destinarlo hacia la producción de postes, polines y cabezales. En el caso de que esta demanda disminuyese, o los precios de mercado no fuesen rentables, es posible destinar la producción hacia la venta de leña, por el alto poder calorífico de la madera.

Mercado de postes y polines

Postes y Polines pertenecen a la industria secundaria de la madera. El principal insumo de este sector es aportado por la industria primaria, entendiéndose por tal, aquella que utiliza como materia prima trozas y otros productos directos del bosque.

En general, la producción de postes y polines impregnados se compone de trozas dimensionadas a lo largo en 2,4 m., para el caso de polines, y desde 6,0 m., para el caso de los postes de largo variable. Una vez puestos en planta, los polines y postes son descortezados, secados e impregnados, para agregarles protección contra hongos e insectos.

Los principales usos son: postes en general (postes impregnados para conducción eléctrica y conducción telefónica); construcción de viviendas (cercos, terrazas, usos a la intemperie) y área agrícola (postes de cercos, postes de viñedos, postes para usos agrícolas y construcciones industriales, comerciales y casas).

La producción de postes y polines para el año 2005 fue de 210.966 m³ sólidos sin corteza (ssc) (Anexo 6), de los que se exportaron 74.166 m³ ssc, correspondiendo al 35% de la producción, por lo tanto, el 65% fue destinado al mercado interno (Anexo 7). La producción total del año 2000 fue un 15% menor que la del año anterior.

Los principales países de destino, para el mercado externo fueron: México, Bangladesh, Perú, Costa Rica y Japón. Abastecidos principalmente por Forestal Arauco S.A. (20.502 toneladas) y Forestal Copihue S.A. (11.335 toneladas).

Precios: Los precios de postes y polines varían según dimensión y especie para el mercado interno y de acuerdo al tratamiento de impregnación realizados. Otra fuente de variación es si son considerados puestos en planta o como madera en pie (valor comercializado en terreno, antes de la cosecha) (Anexo 8).

En promedio, se considera que el costo de producción es de USD 17,5/m³ para polines y USD 31,1/m³ para postes, correspondiendo a un 40% de este costo la materia prima forestal, es decir USD 7,0 para polines y USD 12,4 para postes, según datos actuales de la industria (2008).

Canales de distribución y promoción: Al no existir una oferta significativa, una de las principales debilidades del sector en la región, es la falta de mecanismos de comercialización, canales formales de distribución y promoción, tanto a nivel interno como externo, dificultando el desarrollo de la industria.

Mercado de la leña

El aumento del precio del petróleo, los problemas de abastecimiento de gas, las dificultades para constituir un efectivo anillo energético regional, la creciente disponibilidad de tecnologías más eficientes para transformar biomasa en energía y el surgimiento de los bonos de carbono, han abierto un gran espacio para diversificar el portafolio de los productos tradicionales del bosque y Chile se encuentra en una posición ventajosa para aprovechar la coyuntura, si se considera la biomasa forestal como una fuente de energía renovable.

Desde hace más de una década se ha producido una importante transformación en la industria forestal chilena. Hoy se hace un uso prácticamente integral de la madera: los subproductos forestales o aquellos generados de los procesos primarios son la fuente principal de abastecimiento de plantas de cogeneración que producen energía y vapor, las que se usan para los procesos de secado.

En la práctica, los residuos han cambiado su condición de mercado, pasando de ser considerados desechos, a una nueva forma de producto de valor. Incluso se ha producido escasez de ellos en la mayor parte de las cuencas de abastecimiento, desde la Región de O'Higgins al sur.

De igual forma, la falta de desarrollo hidroeléctrico en Chile, particularmente en las regiones de mayor potencial, como es el caso de Aysén, ha más que duplicado el costo medio del abastecimiento energético; con crecientes problemas de seguridad en su disponibilidad continua.

Por este motivo, la bioenergía se alza como una alternativa real y eficiente en el plano energético.

Ventajas de la Bioenergía

- Reduce la presencia de subproductos o desechos en las instalaciones industriales o en las faenas forestales
- Permite viabilizar financieramente el manejo de bosque nativo
- Es renovable
- Es de menor costo por unidad de energía producida que el carbón o el diesel
- Permite generar bonos de carbono –y con ello nuevos ingresos– por conversión energética a formas limpias
- Valoriza el recurso forestal, haciendo más rentable el negocio productivo sustentable
- Permite diversificar la matriz energética de Chile y reducir la dependencia de otros países.

Sin embargo, en nuestro país el mercado de la leña es bastante informal, aun cuando existen iniciativas para normalizarlo, como el Sistema Nacional de Certificación de la Leña, el cual está comenzando a operar en Chile con buenos resultados, pero se requiere de un mayor tiempo para conocer mejor el efecto real en los precios.

Según la Comisión Nacional de Energía el consumo de leña corresponde a un 19% de la matriz energética del país al año 2007,⁵ la tercera fuente de origen, superando al carbón y al gas natural. Este consumo representa un 5,6% de incremento respecto del año 2006 (Anexo 9).

El total de la leña consumida es de producción nacional (14.240 ton en 2006). El consumo de esta producción corresponde en 34% al sector “industrial y minero” (representando el subsector “Papel y Celulosa” 74%), mientras el 66% restante es consumido por el sector “Comercial, Público y Residencial”, siendo el subsector “Residencial” responsable del 100% del consumo.

Por último, cabe indicar que la Ley de Bonificación a la Forestación debe ser ratificada por el Congreso Nacional, pero en las conversaciones con agentes de la industria todo parece indicar que no debiera inconveniente en su renovación. (A la fecha de la redacción de este documento no estaba ratificada).

2.4. Estrategia de implementación

El Modelo Productivo de *Eucalyptus camaldulensis* en las condiciones de secano de las regiones de Coquimbo y Valparaíso, propone el establecimiento de una explotación forestal en una plantación de 4 x 2 m (1250 plantas/ha), que al año 12 alcanzará una madurez productiva y donde se espera que toda la producción tenga calidad comercializable.

Es importante consignar, en esta parte del proyecto, que la especie sugerida se plantea para su uso en postes y polines. Existe la alternativa de leña, pero tiene la desventaja que compite con un mercado informal de extracción de recursos en la zona, lo que hace más difícil su proyección. Por otra parte, la alternativa de pulpa ha sido descartada en esta especie, pues su color rojizo obligaría a incurrir en costos adicionales para su blanqueamiento y con problemas de uso de químicos de alto impacto que son evitados por la industria de la celulosa.

⁵ www.cne.cl

El proyecto se plantea como la explotación simple y la venta de madera en pie, para ser cosechada, procesada y comercializada por terceros.

Si bien no se plantean restricciones de superficies mínimas, el proyecto está orientado a pequeños propietarios, por lo que su capacidad financiera y de gestión sugiere establecer unidades de 3 a 5 ha iniciales, las que podrán ir en aumento según las posibilidades de cada uno.

En los cálculos del proyecto sugerido se ha considerado el incentivo estatal derivada del Decreto de Ley Forestal 70, a propósito de que existe una promoción importante del Estado hacia el acceso de este incentivo y, por tanto, no tendría sentido ignorar su beneficio, por tratarse además de propietarios pequeños para los cuales es indispensable esta ayuda. Este instrumento bonifica la forestación que efectúe en suelos de aptitud preferentemente forestal o en suelos degradados de cualquier clase, incluidas aquellas plantaciones con baja densidad para fines de uso silvopastoral. En este caso, la bonificación será de un 90% respecto de las primeras 15 hectáreas y de un 75% respecto de las restantes, por una sola vez por cada superficie.⁶ La bonificación del 90% se pagará en un 75% de los costos netos, una vez verificado el prendimiento (sobrevivencia efectiva de las plantas) y el 15% restante a los 3 años de efectuada la plantación, cuando se compruebe el establecimiento de ésta.

2.5. El proyecto de inversión

De manera de entregar información relevante para quienes evalúan la adopción de este modelo productivo en el secano de las regiones de Coquimbo y Valparaíso, a continuación se presenta el proyecto de inversión.

Debido a que el proyecto precursor no alcanzó a generar resultados productivos finales, pero sí señales promisorias de su desarrollo, a propósito del tiempo de evaluación del proyecto, el análisis considera un conjunto de supuestos y valores acordes a las perspectivas del mercado y a la realidad de la zona.

2.5.1 Bases del proyecto

Inversiones y gastos iniciales

Llevar a cabo este negocio significa invertir a largo plazo. La puesta en marcha y desarrollo involucra las siguientes inversiones:

CUADRO 2. Inversiones para plantación de *E. camaldulensis*

Item	\$/ha
Plantas	262.500
Cercado	357.763
Total Inversiones/ha	620.263

Fuente: Elaborados por los autores

Producto y su comercialización. Árboles en pie con calidad para producción de postes, polines y cabezales.

Unidad productiva forestal: Inicialmente se habla de una unidad de 3 a 5 ha. Para efectos de los cálculos presentados a continuación éstos serán llevados a unidades de 1 hectárea, que será establecida desde el año cero.

⁶ Definiciones y detalles del Decreto de Ley en Anexo 10.



Coefficientes técnicos

Distancia de Plantación: 4 x 2 m = 1250 plantas / ha

Producción: Se espera una producción de 120 metros de ruma para la producción de postes y polines.

Año de cosecha: Al año 12. Se consideran los valores de retorno considerando 1 rotación. Sin embargo, es posible realizar una segunda cosecha a partir de los rebrotes de tocón, realizando manejo a las varas con un costo de \$30.222/ha

Plantas: El costo de las plantas de *Eucalyptus camaldulensis* (clones seleccionados) se debe aumentar en \$60 con respecto al valor general de \$150, por cada planta (costo en la IV región), debido a que éstas son generadas a partir de estacas enraizadas provenientes de setos madres del programa de Mejoramiento Genético.

Cerco: Si existiese ganado cercano a la zona de forestación se debe establecer un cerco perimetral que impida la entrada de animales. El costo de construcción de un cerco confeccionado con 4 hebras de alambre de púas y postes cada 3 metros en su construcción, con una sección mayor a 10 cm ó cuatro pulgadas se ha calculado en \$ 358.000 (ver anexo).

Costos de manejo: Se considera que este tipo de plantaciones no deben tener asociados costos de mantención relevantes.

Riego estival de emergencia: Se considera el riego en los meses de verano durante el primer año de plantación. El costo del agua más el flete se estima en \$80.000/ha, según la información recogida del proyecto precursor.

Costo de la mano de obra: Se considera que la mano de obra es proporcionada por los propietarios y se valorizó a un costo de \$ 6.000 /jornada hombre.

Establecimiento

Para el análisis de las inversiones y costos involucrados en la plantación o establecimiento, se usarán los datos indicados en los cuadros 2 y 3, los que han sido obtenidos de diferentes fuentes comparadas de la industria en la zona. Los cálculos de bonificación forestal se toman en base de los costos establecidos por CONAF (2009), tal como establece la normativa vigente.

Se consideran 1.250 árboles por ha, por lo cual el valor de establecimiento CONAF es de \$347.265/ha, el que se ha definido para plantación con especies exóticas en la macrozona 3 (región de Valparaíso, excluyendo la provincia de Chacabuco) y generadas en speedling. A este valor se debe agregar \$30.052/ha por concepto de subsolado. El valor bonificable entonces suma \$377.317/ha (bonificación de 75% y 15% al prendimiento y 3 años, respectivamente).

CUADRO 3. **Costos para plantación de *E. camaldulensis***

Item	\$/ha
Servicios Operaciones	160.000
Insumos	78.086
Mano de Obra	96.000
Asistencia Técnica	50.000
Total Costos/ha	384.086

Fuente: Elaborados por los autores

Mayores detalles de los costos de implantación se presentan en el anexo .

Asesoría y capacitación para el uso de los clones seleccionados

INFOR, como entidad responsable del proyecto precursor, ha capacitado al personal de CONAF para la transferencia de las técnicas más adecuadas para la utilización de las plantas clonadas de alto valor, según los diferentes sectores a plantar por pequeños propietarios y /o PYMES.

Asesoría para la Bonificación (Decreto de Ley 701)

Para los pequeños propietarios forestales es necesario contar con la asesoría de un profesional en la etapa de establecimiento de las plantaciones (año 0), para que oriente en las faenas de plantación. El costo asociado a dichas asesoría está determinado por la tabla de Costos de Forestación de CONAF (2009). Se debe considerar el costo total de \$ 27.129/ha, lo que se desglosa en \$17.091/ha para la asesoría técnica en terreno y \$10.038/ha para la elaboración de estudios técnicos. Para acceder a los beneficios de las bonificaciones los estudios técnicos deben ser realizados por un Ingeniero Forestal y/o Agrónomo especializado, previamente acreditados en CONAF.

Precio y retornos al productor. La proyección de ingresos se hace sobre la base de precios de madera vendida en pie, generando valores de venta para el propietario de \$10.000 metro de ruma para postes y polines.

Los ingresos a obtener están proyectados a partir de los 12 años, tiempo en que se proyecta la primera cosecha y rotación de las plantaciones.

Por otra parte, es necesario considerar que:

- El supuesto de la venta de la madera en pie, evita el costo de cosecha asociado. Los ingresos por este tipo de venta son menores que los que se obtienen al entregar la madera en los puntos de procesamiento y comercialización, principalmente barracas.

Unidades y equivalencias utilizadas

La unidad de medida mr (metro ruma) corresponde a un volumen apilado (1 m x 1 m x 2,44 m) que puede variar entre 1,57 y 1,66 m³ ssc dependiendo principalmente del diámetro de las trozas, de la forma y de la especie.

Unidades de medida

ssc	sólido sin corteza
mr	metro ruma
pm	pulgada maderera (3,6 m de largo)
pp	pulgada corta o pinera (3,2 m de largo)

Equivalencias utilizadas

Madera aserrada	1 m ³ = 0,55 t = 42,4 pm = 48,5 pp
Tablero de fibra dura (4,8 mm)	1 m ³ = 1,02 t = 208 m ²
Tablero MDF (15 mm)	1 m ³ = 0,725 t = 66 m ²
Tablero de partículas (12 mm placa)	1 m ³ = 0,65 t = 61,3 m ²
Tablero contrachapado (6,0 mm)	1 m ³ = 0,65 t = 160 m ²
Chapas de madera (0,8 mm)	1 m ³ = 0,75 t = 1.200 m ²
Trozas pulpables	1 mr = 1,66 m ³ ssc

Fuente: INFOR

- Se ha considerado la bonificación de plantación forestal (D.L. 701) del primer año, 75% de costo de establecimiento y cercos, tabulado por CONAF y 15% al tercer año.

2.5.2. Flujo de fondos

El proyecto está calculado en un horizonte de 12 años, eventualmente es posible acortar la rotación dado el mayor potencial de crecimiento de *E. camaldulensis* en zonas de secano respecto de los rendimientos obtenidos actualmente con otras especies de Eucaliptus.

CUADRO 4. Flujo de fondos de la explotación de *E. camaldulensis* en regiones IV y V

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 al 11	Año 12
Ingresos	-	917.689	-	183.538	-	1.200.000
Bonificación Plantación		282.988		56.598		
Bonificación Cerco		634.701		126.940		
Venta en Pie	-	-	-	-	-	1.200.000
Costos	393.461	80.000	-	-	-	-
Implantación	384.086		-	-	-	-
Replante (5%)	9.375					
Operacionales		80.000	-	-	-	-
MARGEN BRUTO	-393.461	837.689	-	183.538	-	1.200.000
Inversiones	620.263	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	-	-	-	-	-	-
FLUJO NETO CAJA	-1.013.724	837.689	-	183.538	-	1.200.000

Fuente: Elaborados por los autores

2.5.3. Rentabilidad esperada

Proyecto explotación de *E. camaldulensis*

VAN (12%)	154.340
TIR	16,97%

No considera el valor de la tierra ni de salvamento.

Cabe mencionar que para la situación de suelos degradados y sin uso económico alternativo rentable, como los estudiados por el proyecto precursor, una tasa de descuento de 12% puede ser muy elevada castigando demasiado la actualización de los flujos.

2.5.4. Análisis de sensibilidad

En base al análisis de sensibilidad del proyecto, éste es muy sensible a los resultados productivos de la explotación. Por la condición de secano de los sitios sugeridos para este proyecto, el mismo se convierte en una alternativa de mayor riesgo que las plantaciones forestales en zonas de mayor pluviometría. Sin embargo, esto debe ser considerado en el contexto de las alternativas productivas de la región.

CUADRO 5. Sensibilización de la explotación de *E. camaldulensis* en las regiones de Coquimbo y Valparaíso

Escenario	Resultados del análisis de sensibilidad, en pesos (\$)	
	Horizonte 12 años	
	TIR (%)	VAN, tasa 12% (\$)
1. Escenario base		
Precio retorno a productor \$10.000/MR 120 MR para postes y polines (en pie)	16,97%	154.340
2. Disminución de precios de 50%		
Precio retorno a productor \$5.000/MR 120 MR para postes y polines (en pie)	12,72%	16.836
3. Aumento de precios de 50%		
Precio retorno a productor \$15.000/MR 120 MR para postes y polines (en pie)	19,74%	291.845
4. Disminución de producción de 30%		
Precio retorno a productor \$10.000/MR 64 MR para postes y polines (en pie).	14,71%	71.836
5. Aumento de producción de 43%		
Precio retorno a productor \$10.000/MR 96 MR para postes y polines (en pie).	18,74%	236.843
6. Aumento de costos producción de 20%		
Precio retorno a productor \$10.000/MR 120 MR para postes y polines (en pie)	14,04%	71.324

Fuente: Elaborados por los autores

2.5.5. Análisis de productividad y resultados (benchmarking)

El modelo se compara con una plantación de *E. globulus*, en la zona de secano, con y sin riego y para diferentes mercados de destino: pulpa y postes y polines.

Naturalmente quienes quieran analizar ésta como una alternativa de inversión compararán el establecimiento de *E. globulus* en la zona (Modelo 2 del Cuadro 6). Cabe consignar que esta especie no está adaptada para las condiciones de secano de la zona sugerida, por lo que su productividad es bastante baja. Se asume que se produce una merma de productividad en *E. globulus* sin riego por menos cantidad de plantas a cosecha (-40%) y menor biomasa por planta (-10%). Adicionalmente, existe el riesgo de que el establecimiento de las plantas sufra una pérdida importante y no logre los niveles de sobrevivencia mínimos exigidos por el subsidio forestal (75%), lo que significaría no contar con este ingreso, haciendo inviable su explotación. Se incluye su análisis en este cuadro sólo para efectos comparativos.

La opción de agregar el costo de riego en una explotación de *globulus* es posible y, de hecho, es como actualmente se desarrolla esta especie en la zona. Se refiere a un riego durante los primeros tres años de la explotación (ver anexo). En este caso, el proyecto presenta indicadores similares a los de *E. camaldulensis*, pero con la diferencia de que requiere un mayor capital de trabajo para sostener el manejo del riego en los primeros años (Modelo 3, del cuadro 6). Todo lo anterior basado en una estrategia de venta para postes y polines.

La opción de *E. globulus* destinado a pulpa resulta ser la menos interesante, esto en función de la menor productividad de la especie en esta zona, aún en condiciones de riego.

CUADRO 6. Análisis de productividad y resultados de diferentes opciones de explotación de eucaliptus en las regiones IV y V.

Modelo	Especie	Manejo	Mercado	Producción (mr/ha)	VAN (12%)	TIR
1	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Sin Riego	Postes y Polines	120	154.340	16,97%
2	<i>Eucalyptus globulus</i>	Sin Riego	Postes y Polines	90	135.811	17,43%
3	<i>Eucalyptus globulus</i>	Con Riego	Postes y Polines	180	170.509	16,16%
4	<i>Eucalyptus globulus</i>	Sin Riego	Pulpa	90	32.683	13,73%
5	<i>Eucalyptus globulus</i>	Con Riego	Pulpa	180	-35.748	10,81%

A la luz de estos antecedentes la opción de *Eucalyptus camaldulensis* se presenta como la más adecuada para las condiciones climáticas y financieras de un pequeño productor de la zona secano de las regiones IV y V del país.

► 3. Alcance del modelo o negocio

Las perspectivas del mercado y la situación actual de la industria nacional, permiten señalar que este modelo representa una alternativa atractiva para los pequeños propietarios de la zona de secano de Coquimbo y Valparaíso. Para las zonas climáticas imperantes, con baja pluviometría, *E. camaldulensis* es una alternativa productiva y rentable que permite aumentar los retornos al productor, por el menor costo asociado al establecimiento y a la mantención de las plantaciones, y porque permite obtener productos más homogéneos y de mejor calidad por su característica de clones seleccionados.

El propietario debe disponer de una situación financiera mínima que permita al menos trabajar el periodo que media entre la inversión y el aporte fiscal por concepto de bonificación.

► 4. Claves de viabilidad del modelo o negocio

Para que la implementación del Modelo Productivo de *E. camaldulensis* en las regiones de Coquimbo y Valparaíso sea exitosa, se deben cuidar los siguientes aspectos:

Selección de los clones

Es importante utilizar los clones que más se adapten al sector a plantar, de acuerdo a la zona climática, a la región y específicamente al tipo de suelo, pendiente y disponibilidad de agua, los cuales han sido determinados en el proyecto precursor de INFOR.

Calidad de plantas

Los clones obtenidos a partir de estacas enraizadas (provenientes de setos madres), deben ser uniformes en su sistema de raíces, permitiendo un mejor arraigamiento y adaptación al suelo, además deben estar vigorosas y no presentar síntomas de enfermedades fitosanitarias, como hongos en el tallo y hojas, nemátodos en la raíces o insectos o ácaros en las hojas o brotes nuevos. Es indispensable, además, que tengan sólo un eje principal para mantener la rectitud del fuste y evitar las deformaciones y pérdida de madera por el exceso de ramificaciones laterales.

Plantación

Se considera la forestación en los meses de invierno entre julio y septiembre. La preparación del suelo debe contemplar primero, un roce liviano a moderado para eliminar la vegetación existente. Luego es necesaria la confección de surcos de plantación, mediante arado y subsolado, lo que permite obtener una superficie mullida y además romper las capas gruesas e impermeables. Estas labores permiten mejorar el prendimiento de las plantas facilitando la expansión de las raíces y la absorción de agua y nutrientes. Se debe considerar aplicar a las raíces, antes de plantar, el uso de gel higroscópico que permite retener la humedad en las casillas de plantación. Se utilizan 5 g/planta. El gel puede ser aplicado a las raíces, sumergiéndolas en la solución para que se adhiera a las raíces o aplicándolo, sin hidratar durante la plantación, pero no debe estar bajo la planta. Se debe considerar en el mismo momento la aplicación de fertilizante de fosfato monoamónico (50 g/planta) y regar con 5 litro de agua a cada planta.

Riego

Se recomienda la aplicación de 5 lt/planta al momento de la plantación (6.250 lt/ha). Repetir el riego al verano siguiente.

Bonificación y Asesoría

La bonificación forestal resulta fundamental para la viabilidad del proyecto. Existe la disposición, por parte de la autoridad, a ratificar la ley de subsidio a la bonificación forestal, pero a la fecha no se ha confirmado, de cualquier manera la ley está vigente.

Los pequeños agricultores deben contar con el apoyo de un profesional que los ayude a la postulación y la puesta en marcha del proyecto bonificable.

Asesoría Técnica de la explotación

Es absolutamente necesario disponer del apoyo de los asesores para estudiar las últimas informaciones que se dispongan de la especie, para desarrollar el proyecto en base a un plan de manejo adecuado. Esto, debido a la poca experiencia que aun existe de la especie en Chile, en términos de sus resultados productivos en condiciones de manejo comercial.

► 5. Asuntos por resolver

Con el fin de ampliar el potencial y la validez de este modelo productivo, a continuación se señalan temas que se encuentran pendientes y cuya pronta solución facilitarían la incorporación de productores al negocio.

Disponibilidad de plantas: En la actualidad no existe ni una demanda, ni oferta que permita disponer de plantas de manera inmediata, por lo que se deben encargar a INFOR. En la medida que se desarrolle este mercado se podrán obtener los clones mejorados en viveros acreditados por INFOR-CONAF.

Viverización: Las técnicas de propagación masiva por estacas enraizadas fueron entregadas a tres viveristas de las regiones IV y V, sin embargo el sistema de producción masiva debe ser aún ajustado a las condiciones y requerimientos de cada zona.

Estudios técnicos: Se espera obtener valores concluyentes de las primeras explotaciones de los ensayos clonales en los próximos 5 años. Estos datos servirán para calcular los reales rendimientos a obtener. Además, es importante seguir realizando estudios sobre el establecimiento de las plantaciones para mejorar su prendimiento y aumentar los volúmenes a obtener. Es necesario, a partir de la experiencia con otras especies, estudiar con mayor detalle los indicadores de cosecha y el comportamiento de la madera según la edad.

Rendimientos. Se espera realizar las primeras explotaciones de algunas plantaciones de la IV región para cuantificar, en forma más precisa, los rendimientos reales de esta especie.



Se necesita validar y cuantificar interesantes propiedades de la madera de *E. Camaldulensis* que podrían entregar mayor valor agregado a los productos que se obtengan de esta especie y, por tanto, un mayor retorno para el productor, por diferenciación:

- Resistencia natural a hongos e insectos, eventualmente no sería necesario el uso de preservantes químicos por un período de tiempo.
- Mayor poder calorífico v/s otros tipos de madera, lo que entregaría mayor valor a la leña.
- Uso de madera para muebles.
- Uso de madera para pisos de alta calidad.
- Otros usos (miel de alta calidad, aceites y hojas).

Uso para Leña Certificada: A propósito de la reciente creación del Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL)⁷ es posible comenzar a pensar en la posibilidad de destinar la producción de esta especie para el mercado de leña, sin la competencia distorsionadora que genera la venta de este producto originado de la tala de bosques naturales sin control. Al momento de realización este estudio no se conocían bien los efectos en los precios que generará esta iniciativa, por lo que se optó por trabajar con los mercados conocidos. No obstante, es claro que esta opción debe seguirse muy cerca.

⁷ El Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL) es una iniciativa público privada de carácter voluntario, que ha fijado estándares de calidad y origen para la comercialización de la leña en Chile, con el objeto de disminuir el deterioro de los bosques y la contaminación atmosférica.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

Los ecosistemas forestales esclerófilos presentes en Chile se han visto afectados por una drástica disminución de sus recursos, debido a la habilitación de tierras para la ganadería o la agricultura en zonas rurales, la conversión a plantaciones forestales con especies exóticas y la presión para obtener recursos energéticos (leña), de manera no sustentable para los habitantes y propietarios de dichas zonas.

En particular, en la zona árida y semiárida del país, las sequías frecuentes han arrojado pérdidas económicas, agotando los recursos existentes y disminuyendo las posibilidades de desarrollo social. Lo anterior se ve agravado por la escasez de alternativas productivas (especialmente en períodos de sequías) y desinformación por parte de los propietarios, comunidades y sociedades agrícolas acerca de las alternativas de diversificación de la base productiva; del mercado de la madera existente en diferentes zonas de la región y de las posibilidades de negocios complementarios potenciales, a partir de la forestación con especies alternativas mejor adaptadas a las condiciones de aridez.

Sin embargo, zonas entre las regiones IV y VI cuentan con bosquetes de *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus cladocalyx* con un gran potencial de uso, cuya principal característica es su bajo requerimiento hídrico. Estas especies han sido utilizadas para la producción de postes y polines, pero además cuentan con interesantes usos complementarios.



► 2. El proyecto

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 las regiones de Coquimbo y Valparaíso.

2.1 Objetivos del proyecto

Aumentar la productividad de plantaciones de Eucaliptus que se establezcan en la zona árida y semiárida, a partir de material vegetativo de individuos superiores de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. cladocalyx*. Específicamente el proyecto se planteó:

1. Obtener individuos micropropagados a partir de individuos seleccionados
2. Acondicionar las instalaciones del Laboratorio de INFOR Concepción para actividades de micropopagación
3. Comercializar y poner a disposición de usuarios plantas propagadas por estacas, a partir de micropopagación
4. Transferir protocolos de enraizamiento de estacas para las especies consideradas e información generada en el proyecto

Para tal efecto, de plantaciones ya establecidas de anteriores ensayos, 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 macropopagación, 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 generaron 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.

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.

2.2. Aspectos metodológicos del proyecto

A. Selección y sanción de árboles plus

Se prospectaron rodales de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx* en las regiones IV, V y Metropolitana. A continuación se presentan los rodales visitados y utilizados para la selección de árboles plus.

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.

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 (Diámetro a la altura del pecho)
- Altura total
- Altura comercial
- Rectitud de fuste
- Copa
- Diámetro de ramas
- Ángulo de ramas

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

B. Micropropagación de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*

B.1. 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”.

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.



B.2. 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.

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

B.3. Etapa de desinfección de brotes y establecimiento de cultivos

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%, sobre todo 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.

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

B.4. 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.

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.



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.

B.5. 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 phytagel y aumentando la concentración de nitratos en el medio.

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. Para revertir esta situación, probablemente sería necesario volver a establecer nuevos cultivos de este material.

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

b.6. Etapa de enraizamiento de explantes

Con el medio de enraizamiento definido en la metodología se obtuvo un 100% de enraizamiento en *E. camaldulensis*. 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.

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.

b.7. Etapa de aclimatación

Los clones aclimatados 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.

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%.



La muerte de los explantes, que se produce en las cajas de aclimatización, puede ser el resultado de abrirlas cuando estos aún son muy pequeños 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 aclimatación 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 sólo 2 clones se pudo observar crecimiento activo, pero éste 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, estos deben ser colocados en las cajas de aclimatización.

C. Macropropagación de *Eucalyptus camaldulensis*

c.1. Manejo de setos o plantas madres

El conjunto de plantas madres disponibles para labores de propagación por enraizamiento de estacas comprendió un total de 22 clones, con un número variable de setos cada uno y que totalizaron más de 800 plantas.

c.2. Enraizamiento de estacas (Macropropagación)

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

En invernadero se observó una alta correlación entre sobrevivencia y enraizamiento, situación que no se observa en las estacas de vivero. En esta última condición, las estacas si bien se pueden mantener vivas, enraízan 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. 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.

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.

c.3. 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.

c.4. 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.

D. 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 m².



Se desarrolló otro documento denominado: “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.

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.

E. 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. 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.

Región	Comuna	Especie
IV	Choapa	Cuz Cuz
IV	Elqui	El Tangué
IV	Choapa	Pullalli

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

F. 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*. Se recomienda insistir sobre este punto, debido a 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 realizada por el proyecto precursor 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 concluyó 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.

► **3. Los productores del proyecto hoy**

Los productores que participaron en el proyecto recibieron capacitación en las técnicas de macropropagación y se encuentran en proceso de aplicarlas en niveles comerciales.

Además, INFOR ha establecido ensayos clonales en sus dependencias, los que se están evaluando continuamente.

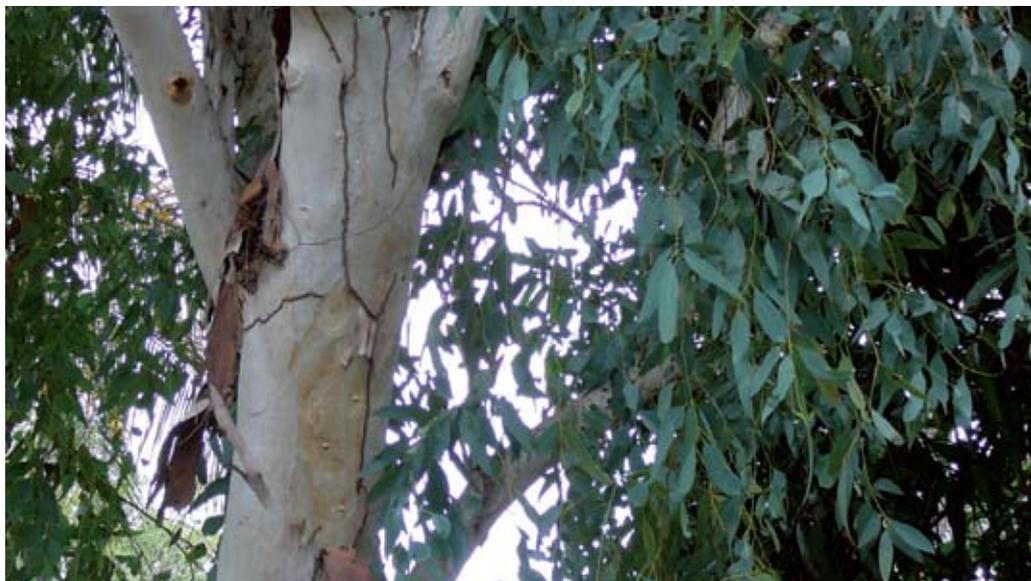
SECCIÓN 3

El valor del proyecto precursor y aprendido

El proyecto se constituye en un aporte a la industria forestal y como una alternativa de explotación para pequeños propietarios del secano de las regiones IV y V. Además, se constituye en un modelo de mejoramiento de especies válido: la selección de los ecotipos mejor adaptados y el establecimiento de protocolos de propagación asexual, como base para sostener la genética seleccionada.

Es importante indicar que los esfuerzos de INFOR en este proyecto fueron muy importantes en cuanto a poner a disposición de los usuarios no solo la información sino también los materiales que constituyen la base del proyecto, esto es material elite de *E. camaldulensis*.

En la actualidad el establecimiento de plantaciones energéticas como fuente para la generación de energía esta siendo una posibilidad de ser abordada. Aún falta por avanzar en este sentido, pero en la medida que esto se convierta en una realidad, el modelo podría ser replanteado hacia el establecimiento de plantaciones con orientación a la obtención de leña, lo que significaría hacer cambios en el manejo y modificar la fecha de cosecha, adelantándola hacia el quinto año de explotación lo que en términos del retorno en el flujo de caja haría más interesante el negocio para los agricultores que no tiene disponibilidad para largas esperas financieras.



Anexos

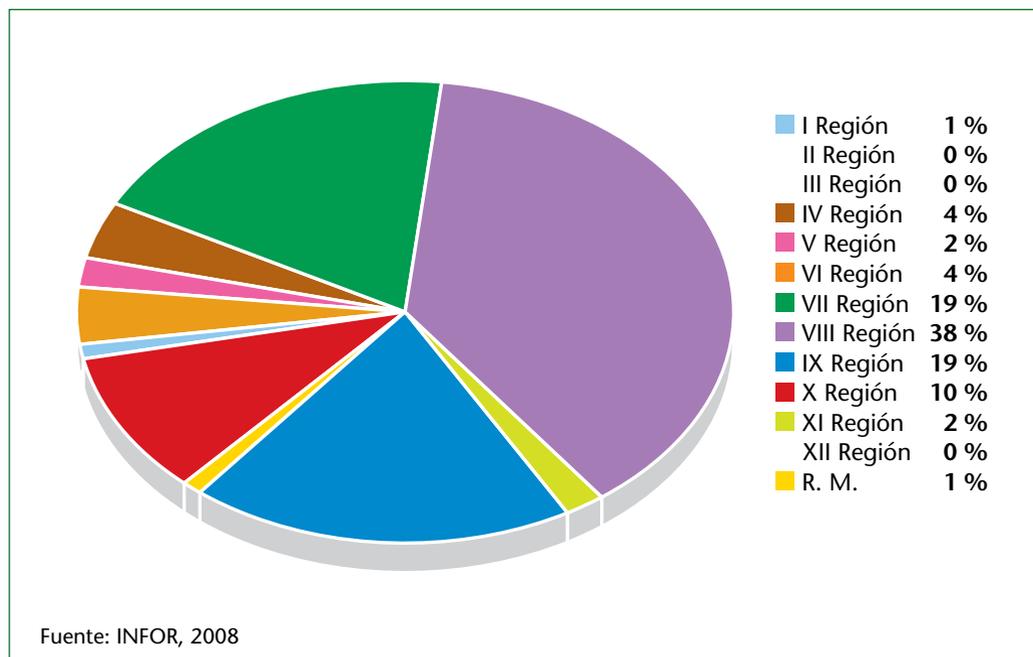
-
- Anexo 1. Plantaciones forestales industriales (ha). 2008
-
- Anexo 2. Principales especies plantaciones forestales 2007
-
- Anexo 3. Exportaciones forestales 2007 por producto
-
- Anexo 4. Países de destino de exportaciones forestales durante 2007
-
- Anexo 5. Inversiones y Costos de la plantación de *E. camaldulensis*
-
- Anexo 6. Costos de la instalación de cercos
-
- Anexo 7. Producciones e ingresos del proyecto evaluado
-
- Anexo 8. Bonificaciones del Proyecto
-
- Anexo 9. Resultados y flujos de *E. camaldulensis* y *E. globulus* en las regiones IV y V, con distintos manejos y mercados
-
- Anexo 10. Listado de ensayos utilizados para la selección de árboles plus
-
- Anexo 11. Descripción de la ubicación de los ensayos clonales (Proyecto precursor).
-
- Anexo 12. Literatura consultada
-
- Anexo 13. Documentación disponible y contactos
-

ANEXO 1. Plantaciones forestales industriales (ha). 2008

Plantaciones forestales industriales nacional (Hectáreas a fines de diciembre de cada año)									
Año	Total	Pino Radiata	Eucaliptus	Atriplex	Tamarugo/ Algarrobo	Pino Oregón	Alamo	Nothofagus sp	Otras especies
1990	1.460.530	1.243.293	101.700	37.878	23.801	11.343	3.526	-	38.989
1991	1.555.255	1.305.325	130.915	40.663	23.801	11.731	3.660	-	39.160
1992	1.609.295	1.312.812	171.520	46.003	23.801	12.135	3.718	-	39.306
1993	1.694.104	1.360.918	206.711	45.193	23.814	12.090	3.798	-	41.580
1994	1.747.523	1.375.886	238.312	47.232	23.860	12.379	3.798	-	46.056
1995	1.818.185	1.379.746	302.248	48.274	23.862	12.477	3.842	-	47.736
1996	1.835.985	1.387.041	308.762	49.316	23.880	12.477	4.055	-	50.454
1997	1.881.925	1.420.015	317.212	49.320	23.950	12.620	4.115	-	54.693
1998	1.914.846	1.437.520	330.952	49.324	24.057	13.225	4.287	-	55.481
1999	1.952.288	1.458.320	342.415	50.787	24.113	13.942	4.298	-	58.413
2000	1.989.101	1.474.773	358.616	52.894	24.165	14.286	4.151	-	60.216
2001	2.037.403	1.497.340	376.786	53.682	24.263	14.184	4.077	-	67.071
2002	1.997.580	1.436.586	408.630	56.196	24.422	15.212	4.107	741	51.686
2003	2.046.430	1.446.414	436.706	57.615	24.539	15.627	5.084	934	59.511
2004	2.078.647	1.408.430	489.603	58.501	25.254	16.459	6.008	1.176	73.216
2005	2.135.323	1.424.569	525.057	58.512	25.999	16.769	5.983	-	78.434
2006	2.201.585	1.438.383	585.078	61.781	26.415	17.054	6.173	-	66.701
2007	2.299.334	1.461.212	638.911	58.851	25.799	16.075	6.395	-	92.091

Fuente: elaborado por ODEPA con información de INFOR, CONAF y empresas.

ANEXO 2. Plantaciones forestales por región, 2008



ANEXO 3. Exportaciones forestales 2007, por producto

Producto	MUS\$	(%)
Pulpa Blanqueada de Pino radiata	1.220.965	24,70%
Pulpa Blanqueada de Eucaliptus	932.199	18,80%
Madera aserrada de Pino radiata	549.638	11,10%
Tableros contrachapados	247.829	5,00%
Molduras de madera de Pino radiata	209.679	4,20%
Papel y cartulinas multicapas	206.107	4,20%
Pulpa cruda de pino radiata	193.957	3,90%
Astillas s/c de Eucaliptus	169.155	3,40%
Papel periódico	143.240	2,90%
Molduras MDF Pino radiata	142.558	2,90%
Otros	937.014	18,90%
Total	4.952.341	100,00%

Fuente: INFOR, 2008

ANEXO 4. Países de destino de exportaciones forestales durante 2007



ANEXO 5. Inversiones y costos de la plantación de *E. camaldulensis* (pesos/ha)

INVERSIONES

Item	Materiales	Unidad	Precio \$ por unidad	Total insumos/ha	\$/ha
Plantas		planta	210,00	1250	262.500
Cercado					357.763
Total Inversiones/ha					620.263

COSTOS

Item	Materiales	Unidad	Precio \$ por unidad	Total insumos/ha	\$/ha
Preparación de suelo	D-8 con Subsuelo	hr	80.000	2	160.000
Sub total / ha			-		160.000
Fertilización	Superfosfato triple	kg	150	50	7.500
	Sulfato de potasio granulado	kg	150	50	7.500
	Urea granulada	kg	150	120	18.000
Sub total / ha			-		33.000
Polímeros	Hidrofores	kg	4.740	4	17.822
Sub total / ha			-		17.822
Control de malezas (Pre)	Roundup	lt	5.730	2	11.460
	Gesatop 90 WG	kg	5.868	2	11.736
	Extravon	lt	3.900	1	1.950
Control de lagomorfos	Pomarsol forte	kg	4.236	1	2.118
Sub total / ha					27.264
Jornales	Roce liviano	JH	6.000	4	24.000
	Control de malezas	JH	6.000	2	12.000
	Plantación	JH	6.000	3	18.000
	Fertilización	JH	6.000	2	12.000
	Riego de establecimiento	JH	6.000	3	18.000
	Control de lagomorfos	JH	6.000	2	12.000
Sub total / ha					96.000
Asistencia técnica					50.000
Sub total / ha					50.000
Total Costos /ha					384.086
Total Implantación					1.004.349

Fuente: Elaborado por los autores con información del proyecto precursor, INFOR y datos de la industria.

ANEXO 6. Costos de la instalación de cercos (pesos/ha)

Item	Materiales	Unidad	Valor \$ por unidad	Total insumos/ha	\$/ha
Polines	2 x 3	unidades	1.000	140	140.000
Polines	3 x 4	unidades	1.200	4	4.800
Alambre púa	500 mt/uni	rollos	26.000	5	130.000
Clavos		kg	485	3	1.213
Grampas		kg	1.250	3	3.750
Sub Total materiales					279.763
Item	Materiales	Unidad	Valor \$ por unidad	Total insumos/ha	\$/ha
Instalación Postes		JH	6.000	5	30.000
Instalación Alambre		JH	6.000	8	48.000
Sub Total mano de obra					78.000
Total Cerco					357.763

ANEXO 7. Producciones e Ingresos del proyecto evaluado

Producciones e Ingresos			
	Pulpa (\$/mr)	Postes y polines (\$/mr)	Producción (mr/ha)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5.000	10.000	120
<i>Eucalyptus globulus s/riego</i>	5.000	10.000	90
<i>Eucalyptus globulus c/riego</i>	5.000	10.000	180

Nota 1: Se estima que los clones seleccionados de *E. camaldulensis* pueden generar 100 -120 mr/ha

Nota 2: Pérdida de productividad en *E. globulus* sin riego por menos cantidad de plantas a cosecha (-40%) y menor biomasa por planta (-10%).

Fuente: Elaborado por los autores con información del proyecto precursor, INFOR y datos de la industria.

ANEXO 8. Bonificaciones del Proyecto

Bonificaciones	Año 1	Año 3
Bonificación Plantación	282.988	56.598
Bonificación Cerco	634.701	126.940
Total	917.689	183.538
Valor Plantación Conaf	347.265	
Valor Plantación Subsulado Conaf	377.317	
Valor Cerco Conaf	423.134	

ANEXO 9. Resultados y flujos de *E. camaldulensis* y *E. globulus* en las regiones IV y V, bajo distintos manejos y mercados

Resultado y flujos de *E. camaldulensis* en regiones IV y V, con mercado objetivo en postes y polines (pesos/ha)

Mercado de Polines

Eucalyptus camaldulensis 1 Ha (Pesos)

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 a 11	Año 12
Ingresos	-	917.689	-	183.538	-	1.200.000
Bonificación Plantación		282.988		56.598		
Bonificación Cerco		634.701		126.940		
Venta en Pie	-	-	-	-	-	1.200.000
Costos	393.461	80.000	-	-	-	-
Implantación	384.086		-	-	-	-
Replante (5%)	9.375					
Operacionales		80.000	-	-	-	-
MARGEN BRUTO	-393.461	837.689	-	183.538	-	1.200.000
Inversiones	620.263	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	-	-	-	-	-	-
FLUJO NETO CAJA	-1.013.724	837.689	-	183.538	-	1.200.000

VAN (12%) 154.340

TIR 16,97% (No considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación)

Fuente: Elaborado por los autores.

Resultado y flujos de *E. globulus* sin riego en regiones IV y V, con mercado objetivo en postes y polines (pesos/ha)

Mercado de Polines

Eucalyptus globulus s/riego 1 Ha (Pesos)

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 a 11	Año 12
Ingresos	-	917.689	-	183.538	-	900.000
Bonificación Plantación		282.988	-	56.598		
Bonificación Cerco		634.701	-	126.940		
Venta en Pie	-	-	-	-	-	900.000
Costos	412.211	80.000	-	-	-	-
Implantación	384.086		-	-	-	-
Replante (15%)	28.125					
Operacionales		80.000	-	-	-	-
MARGEN BRUTO	-412.211	837.689	-	183.538	-	900.000
Inversiones	545.263	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	-	-	-	-	-	-
FLUJO NETO CAJA	-957.474	837.689	-	183.538	-	900.000

VAN (12%) 135.811

TIR 17,4% (No considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación)

Fuente: Elaborado por los autores.

Resultado y flujos de *E. globulus* con riego en regiones IV y V, con mercado objetivo en postes y polines (pesos/ha)

Mercado de Polines

Eucalyptus globulus c/riego 1 Ha (Pesos)

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 a 11	Año 12
Ingresos	-	917.689	-	183.538	-	1.800.000
Bonificación Plantación		282.988	-	56.598		
Bonificación Cerco		634.701	-	126.940		
Venta en Pie	-	-	-	-	-	1.800.000
Costos	412.211	80.000	80.000	80.000	-	-
Implantación	384.086		-	-	-	-
Replante (15%)	28.125					
Operacionales		80.000	80.000	80.000	-	-
MARGEN BRUTO	-412.211	837.689	-80.000	103.538	-	1.800.000
Inversiones	545.263	-	-	-	-	-
Capital de trabajo		80.000	-	-	-	-
FLUJO NETO CAJA	-957.474	757.689	-80.000	103.538	-	1.800.000
VAN (12%)	170.509					
TIR	16,2%	(No considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación)				

Fuente: Elaborado por los autores.

Resultado y flujos de *E. globulus* sin riego en regiones IV y V, con mercado objetivo en pulpa (pesos/ha)

Mercado de Pulpa

Eucalyptus globulus s/riego 1 Ha (Pesos)

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 a 11	Año 12
Ingresos	-	917.689	-	183.538	-	450.000
Bonificación Plantación		282.988	-	56.598		
Bonificación Cerco		634.701	-	126.940		
Venta en Pie	-	-	-	-	-	450.000
Costos	412.211	80.000	-	-	-	-
Implantación	384.086		-	-	-	-
Replante (15%)	28.125					
Operacionales		80.000	-	-	-	-
MARGEN BRUTO	-412.211	837.689	-	183.538	-	450.000
Inversiones	545.263	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	-	-	-	-	-	-
FLUJO NETO CAJA	-957.474	837.689	-	183.538	-	450.000
VAN (12%)	32.683					
TIR	13,7%	(No considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación)				

Fuente: Elaborado por los autores.

Resultado y flujos de *E. globulus* con riego en regiones IV y V, con mercado objetivo en pulpa (pesos/ha)

Mercado de Pulpa

Eucalyptus globulus c/riego 1 Ha (Pesos)

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 a 11	Año 12
Ingresos	-	917.689	-	183.538	-	900.000
Bonificacion Plantacion		282.988	-	56.598		
Bonificacion Cerco		634.701	-	126.940		
Venta en Pie	-	-	-	-	-	900.000
Costos	412.211	80.000	80.000	80.000	-	-
Implantacion	384.086		-	-	-	-
Replante (15%)	28.125					
Operacionales		80.000	80.000	80.000	-	-
MARGEN BRUTO	-412.211	837.689	-80.000	103.538	-	900.000
Inversiones	545.263	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	-	80.000	-	-	-	-
FLUJO NETO CAJA	-957.474	757.689	-80.000	103.538	-	900.000
VAN (12%)	-35.748					
TIR	10,8%	(No considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación)				

Fuente: Elaborado por los autores.

ANEXO 10. Listado de ensayos utilizados para la selección de árboles plus

Región	Provincia	Comuna	Especie	Año plantación
IV	Limarí	Ovalle	<i>E. cladocalyx</i>	1966
			<i>E. camaldulensis</i>	1968
IV	Choapa	Illapel	<i>E. camaldulensis</i>	1966-1967-1974
			<i>E. cladocalyx</i>	1965-1966-1967
IV	Choapa	Illapel	<i>E. cladocalyx</i>	1996
IV	Choapa	Illapel	<i>E. cladocalyx</i>	1992-1993
IV	Choapa	Illapel	<i>E. cladocalyx</i>	1997-2000
IV	Choapa	Illapel	<i>E. cladocalyx</i>	1992
IV	Choapa	Illapel	<i>E. cladocalyx</i>	1996
IV	Choapa	Los Vilos	<i>E. cladocalyx</i>	1993
			<i>E. camaldulensis</i>	1993
IV	Choapa	Cruce Canela	<i>E. cladocalyx</i>	1999
			<i>E. camaldulensis</i>	1999
IV	Choapa	Canela	<i>E. camaldulensis</i>	Adulto
			<i>E. camaldulensis</i>	1998
IV	Choapa	Illapel	<i>E. cladocalyx</i>	1985
			<i>E. camaldulensis</i>	1987-1986
IV	Ovalle	Punitaqui	<i>E. camaldulensis</i>	1998-1998-1998-1998
V	Petorca	La Ligua	<i>E. camaldulensis</i>	1984
V	Valparaíso	Casa Blanca	<i>E. camaldulensis</i>	1984-1990
			<i>E. camaldulensis</i>	1989
V	Valparaíso	Valparaíso	<i>E. cladocalyx</i>	1965-1967
			<i>E. camaldulensis</i>	1966-1968
V	Valparaíso	Casa Blanca	<i>E. camaldulensis</i>	1968-1970-1971
V	San Antonio	San Antonio	<i>E. camaldulensis</i>	1984-1984-1988-1988
V	San Antonio	San Antonio	<i>E. cladocalyx</i>	1965 - 1967
			<i>E. camaldulensis</i>	1966
V	Petorca	La Ligua	<i>E. camaldulensis</i>	1989-1966
			<i>E. cladocalyx</i>	1966-1967
R.M.	Melipilla	María Pinto	<i>E. cladocalyx</i>	1966-1967
			<i>E. camaldulensis</i>	1967
R.M.	Melipilla	María Pinto	<i>E. camaldulensis</i>	1985-1987-1988
R.M.	Santiago	Melipilla	<i>E. camaldulensis</i>	1991

ANEXO 11. Descripción de la ubicación de los Ensayos Clonales (Proyecto precursor)

Sitio 1. Predio 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 períodos 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.

Sitio 2. Predio El Tangué

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 Tangué 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 Tangué”. 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)

Sitio 3. Predio 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 de clima mediterráneo, 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).

ANEXO 12. **Literatura consultada**

- Benedetti *et al.*, 2000. En: *Eucalyptus camaldulensis* en Chile. INFOR. Santiago, Chile. Pp: 103-124
- García, Sotomayor, Silva y Valdebenito, 2000. Establecimiento de Plantaciones Forestales. Documento INFOR.
- Gobierno de Chile, 2008. Ministerio de Agricultura, Anuario Forestal.
- Murillo O; Meza A. y Cabrera J.M. 2003. ¿Cuánto vale una plantación en pie?. I Jornada de reforestación en Costa Rica. La reforestación Costarricense. Hacia la transformación hacia mercados abiertos. En: www.una.ac.cr/inis/docs/refor/murilloetal.pdf (Murillo *et al.* S/F.
- Pinilla. 2001. Valores de simulador para sitio 20 a los 12 años.
- Valdebenito R. 2000. *E. camaldulensis* en Chile: Silvicultura, manejo, productividad y rentabilidad. INFOR 124 p.
- CONAF, 2009. Tabla costos forestación temporada 2009.
- INFOR, 2008. Precio de venta de plantas. En Centro Tecnológico de la planta forestal. http://www.ctpf.cl/index.php?option=com_content&task=category§ionid=6&id=40&Itemid=37 (visto en sept. 2009).

Además, se utilizó la información obtenida de las entrevistas realizadas a las siguientes personas:

María Paz Molina Brand, Ingeniero Forestal, Investigador Jefe Grupo Mejoramiento Genético y Biotecnología. Instituto de Investigación Forestal, Sede Bío Bío, Camino Coronel Km. 7,5. Casilla 109 C. Chile-Concepción. Fono/Fax: (56-41) 2853260. Email: mmolina@infor.cl

José Ignacio Letamendi, Ingeniero Forestal, Consultor Privado, Consultora Optimus. Isidora Goyenechea 3600, of. 601, Las Condes, Santiago. Fono: 3786330. Email: jiletamendi@optimusasesorias.cl

ANEXO 13. **Documentación disponible y contactos**

La publicación “Explotación de Eucaliptus resistente a la sequía para zonas de secano”, así como información adicional sobre los proyectos precursores y los contactos con los productores y profesionales participantes en éstos, se encuentran disponibles en el sitio de FIA en Internet www.fia.gob.cl

La documentación de los proyectos precursores a texto completo (propuesta, informes técnicos y actividades de difusión, entre otras), puede consultarse en los centros de documentación de FIA, en las siguientes direcciones:

Santiago

Loreley 1582, La Reina, Santiago.

Fono (2) 431 30 96

Talca

6 Norte 770, Talca.

Fono-fax (71) 218 408

Temuco

Miraflores 899, oficina 501, Temuco.

Fono-fax (45) 743 348

