



## Resultados y Lecciones en Especies Forestales No Tradicionales para Madera de Alto Valor

Proyecto de Innovación entre  
**Región de Valparaíso  
y Región de Los Lagos**





**Fundación para la Innovación Agraria**  
MINISTERIO DE AGRICULTURA



# Resultados y Lecciones en **Especies Forestales No Tradicionales para Madera de Alto Valor**



Proyectos de Innovación entre  
**Región de Valparaíso y Región de Los Lagos**

Valorización a junio de 2008



---

SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO

---

## **Agradecimientos**

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados a los proyectos de plantación y manejo de especies forestales no tradicionales para la obtención de maderas finas en Chile, especialmente a Verónica Loewe, coordinadora general de los proyectos, por su aporte en el análisis de esta experiencia.

### **Resultados y Lecciones en**

### **Especies Forestales No Tradicionales para Madera de Alto Valor**

Proyectos de Innovación entre las regiones de Valparaíso y Región de Los Lagos

### **Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**

### **FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA**

Registro de Propiedad Intelectual N° 210.848

ISBN N° 978-956-328-118-7

#### **ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO**

Gabriela Casanova A. - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

#### **REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS**

Aquiles Neuenschwander - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

#### **EDICIÓN DE TEXTOS**

Ambios Ltda.

#### **DISEÑO GRÁFICO**

Guillermo Feuerhake

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

# Contenidos

---

---

<b>Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas</b> .....	5
1. Antecedentes .....	5
2. Objetivo del documento .....	6
3. Características de la tecnología y especies .....	7
4. Perspectivas de mercado .....	11
5. Alcances de la opción de negocio .....	17
5.1. Especies de mayor valor .....	17
5.2. Factibilidad económica .....	20
6. Claves de viabilidad .....	21
7. Asuntos por resolver .....	21

---

<b>Sección 2. Los proyectos precursores</b> .....	23
1. Objetivos .....	23
2. Aspectos metodológicos.....	24
3. Los productores del proyecto hoy .....	28

---

<b>Sección 3. El valor de los proyectos</b> .....	29
---	----

---

## ANEXOS

1. Evaluación económica de las plantaciones pura y mixta para nogal común .....	33
2. Unidades experimentales y plantaciones de los proyectos precursores.....	36
3. Literatura consultada.....	38
4. Documentación disponible y contactos.....	40

---



Tulipero (*Liriodendron tulipifera*)

## 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 sobre la obtención de madera de alto valor de especies forestales no tradicionales en Chile, a partir de tres proyectos financiados por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en este “documento de aprendizaje”,<sup>1</sup> aporte a los interesados elementos que les permitan adoptar decisiones productivas y, potencialmente, desarrollar iniciativas relacionadas con el tema.

## ► 1. Antecedentes

---

Los análisis y resultados que se presentan en este documento se originan de las experiencias y aprendizajes derivados de la ejecución de tres proyectos precursores<sup>2</sup> consecutivos, orientados a promover la diversificación silvícola del sector forestal mediante la introducción de plantaciones de especies forestales de alto valor y promisorias para Chile.

La actividad forestal de nuestro país se ha caracterizado por una silvicultura intensiva tradicional, concentrada en pocas especies (principalmente pino y eucalipto) y orientada a producir grandes volúmenes de madera con determinadas dimensiones y en períodos relativamente breves. En este contexto, se identificó la necesidad de diversificar la oferta productiva, considerando que existen alternativas de cultivo de interés económico que pueden complementar con éxito el recurso forestal actual, cubriendo mercados insatisfechos.

Con ese propósito se generaron los proyectos precursores, los que fueron ejecutados por el Instituto Forestal (INFOR) entre 1995 y 2007 en asociación con productores y empresas forestales. Los dos primeros (1995 – 2003) tuvieron como objetivo la plantación y manejo de especies forestales no tradicionales para la obtención de maderas finas; mientras que el tercero (2000 – 2007) se orientó a validar y difundir modelos de plantaciones forestales mixtas, también en el marco de generar productos de alto valor.

<sup>1</sup> “Documento de aprendizaje”: documento que consigna las oportunidades y los desafíos pendientes por abordar, y/o las limitantes que quedan por superar derivada de los resultados, experiencias y aprendizajes generados en las iniciativas que le dieron origen (“Proyecto precursor”).

<sup>2</sup> “Proyecto precursor”: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

A través de las iniciativas desarrolladas, se estableció una red de unidades experimentales en predios particulares entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos, donde se evaluaron diversos esquemas de plantaciones y manejo de especies como el nogal, castaño, cerezo americano, nogal negro, roble americano, aliso rojo y aroma australiano.

## ► 2. Objetivo del documento

El propósito de este documento es dar a conocer los resultados sobre las primeras experiencias chilenas de arboricultura especializada en la producción de maderas de alto valor en Chile, considerando los modelos de plantaciones forestales que fueron introducidos para el manejo de estas especies y la obtención de maderas finas.

La arboricultura nació en Italia en la década de los años 30 y evolucionó posteriormente en gran parte de Europa. Esta técnica nació como respuesta a la necesidad de ofrecer maderas que por su valor y características constituyen una alternativa a las maderas tropicales, cada vez más escasas y caras. Simultáneamente, la arboricultura posibilita el uso de terrenos marginales para la agricultura con opciones rentables, y permite también acumular reservas de madera de calidad y disminuir la presión sobre las especies nativas, mientras se pone en práctica su manejo.

Peral (*Pyrus communis*)



CHRISTOPH NEUMÜLLER

Encino rojo (*Quercus rubra*)



CRUSTER

Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*)





### ► 3. Características de la tecnología y especies

La arboricultura está orientada al cultivo temporal de árboles individuales o de un conjunto de árboles con el propósito de producir madera con determinadas características, tanto dimensionales, estéticas como tecnológicas, que permitan su colocación en los segmentos altos del mercado. En este manejo el sujeto de importancia es cada árbol de la plantación, ya que cada árbol debe generar un ingreso importante al final de la rotación, diferenciándose de la silvicultura tradicional, donde el sujeto de importancia es el ecosistema forestal íntegro (Loewe, 2003).

La arboricultura se caracteriza, en consecuencia, por la aplicación de técnicas culturales fundadas sobre bases económicas, ecológicas, agronómicas y silviculturales. Por ello, esta ciencia no puede ser clasificada completamente ni en el ámbito agrario ni en el ámbito forestal, sino que se ubica en una posición intermedia.

Este manejo se centra en algunas especies latifoliadas (maderas duras), llamadas “nobles” o menores, porque generalmente no conforman bosques puros, dando lugar a la generación de productos múltiples que, junto con valorar el ambiente, constituyen una opción valiosa de diversificación, aplicable tanto a empresas como a propietarios pequeños, medianos o grandes.

Cabe destacar que en la naturaleza generalmente los bosques o sistemas no son puros, por lo que esta propuesta busca simular el escenario natural y maximizar la utilización de los recursos físicos (suelo, agua, luz y nutrientes) a través de plantaciones forestales mixtas.

Las plantaciones factibles de realizar en el ámbito de la arboricultura consideran cuatro alternativas principales:<sup>3</sup>

- **Plantaciones puras:** plantaciones constituidas por la especie principal seleccionada.
- **Plantaciones mixtas:** plantaciones constituidas por una o varias especies principales, y por una o más especie(s) secundaria(s), arbóreas o arbustivas.
- **Plantaciones en hilera:** producción de madera en hileras alrededor de campos, caminos, calles o huertos, obteniéndose una mejor utilización del espacio disponible y complementando las posibilidades de ingreso de la unidad productiva.
- **Cortinas cortaviento:** producción de maderas finas dentro de cortinas cortaviento obteniéndose un producto adicional de alto valor, además de la función de protección original de la cortina.

Dentro de éstas, una de las técnicas más sostenibles y rentables que permiten aumentar la biodiversidad y estabilidad de los sistemas, es la utilización de asociaciones de especies forestales o plantaciones mixtas, orientadas a la obtención de madera de alto valor y a un aprovechamiento óptimo del recurso suelo.

#### **Plantaciones mixtas**

Las plantaciones mixtas son modelos que asocian especies principales que generan productos de alto valor al final de la rotación (madera aserrada y foliada principalmente), posibles de ser comercializados en el mercado internacional, y especies secundarias o acompañantes, que proporcionan productos de menor valor comercial, como postes, polines, frutos u otros, que se obtendrían en el

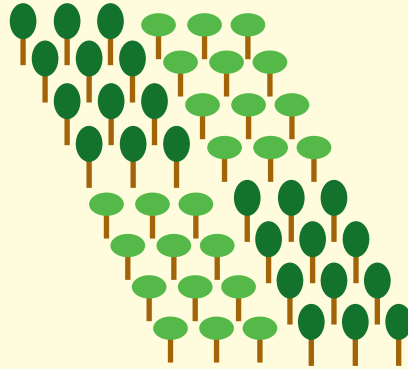
<sup>3</sup> Buresti y Mori, 2003; Loewe y González, 2006

transcurso de la rotación. Las especies secundarias favorecen el crecimiento y mejoran la forma de la especie principal, lo que conduce a una mejor calidad de productos (Loewe y Gonzalez, 2007).

Las plantaciones mixtas pueden realizarse con diferentes disposiciones o arreglos espaciales, los que se sintetizan a continuación:<sup>4</sup>

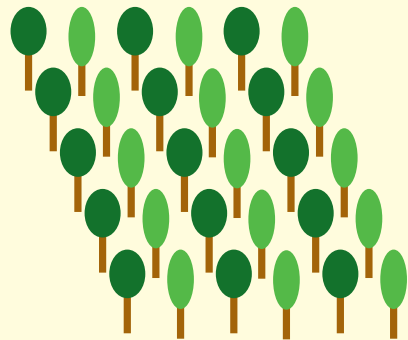
- **En grupos.** Constituida por grupos puros en los cuales el efecto de la asociación se explica en forma más marcada en los márgenes de los grupos, y en forma limitada al centro de ellos.

FIGURA 1. **Asociación en grupos**



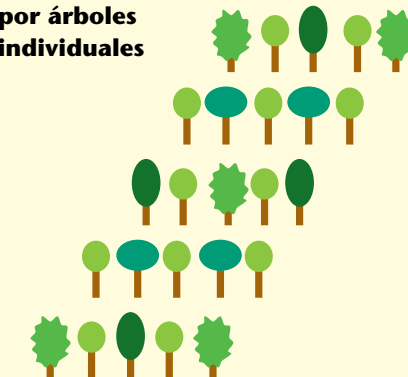
- **En hilera.** Constituidas por hileras puras, donde cada hilera puede tener al lado filas de la misma especie o de otras especies diversas.

FIGURA 2. **Asociación en hileras**



- **Por árboles individuales (pie a pie).** Cada planta puede estar rodeada de especies distintas según un esquema simétrico y repetitivo. Esta tipología exalta al máximo el efecto de la asociación, pero hace más difícil la selección de los mejores individuos.

FIGURA 3. **Asociación por árboles individuales**



<sup>4</sup> Proyecto precursor FIA C00 - 1- F – 028. "Plantaciones mixtas: diversidad, productividad y sustentabilidad para el desarrollo forestal."



Cerezo americano (*Prunus serotina*)

Entre las ventajas de las plantaciones mixtas, se destaca:

- Diversificación de la producción, obteniéndose madera de varias especies que tengan la misma rotación o rotaciones distintas, y también se pueden considerar especies que aporten productos complementarios (leña, forraje, miel, frutos, u otros de interés).
- Disminución de los riesgos de enfermedades, ya que la presencia de varias especies en una plantación limita la propagación de enfermedades y ataques parasitarios. También se aminoran los riesgos por efecto de heladas, viento o sequías, que pueden causar daños a una determinada especie y no a otras.
- Aumento de las potencialidades productivas, al lograr que se activen las peculiaridades productivas de cada especie, o a través del uso de especies que contribuyan a mejorar las características del sitio, como por ejemplo, especies fijadoras de nitrógeno.

En el caso de ciertas especies principales asociadas con otras especies fijadoras de nitrógeno, se registran incrementos en diámetro y altura superiores en un 50-70% respecto a las plantaciones puras de la especie (Loewe y Gonzalez, 2007).

- Aumento de la calidad de la madera, ya que con asociaciones apropiadas es posible obtener fustes (troncos) de mayores dimensiones, con ramas de menor diámetro, lo que genera producciones cualitativamente superiores a las obtenidas en plantaciones puras.
- Mejora del paisaje y del medio ambiente, dado que una población compuesta por varias especies es más atractiva estéticamente, y puede acoger mayor cantidad de fauna, con lo que eventualmente mejoran las posibilidades de desarrollar actividades turísticas y recreacionales.

Respecto a las desventajas de las plantaciones mixtas, se ha señalado la necesidad de una mayor atención en la selección de las especies y en el esquema de plantación, considerando las exigencias y las características de crecimiento que presenta cada una de las especies en un ambiente dado. Esto también genera la necesidad de mayor atención a la evolución de las plantaciones, lo que requiere de profesionales y técnicos innovadores, capacitados en este tipo de silvicultura.

En relación a los costos de plantación, la modalidad de asociaciones tendría mayores costos que las plantaciones puras, esto porque generalmente se adoptan distancias de plantación diferentes respecto a las plantaciones puras, y por la mayor complejidad en la distribución de las plantas en el terreno, que será más costosa en la medida que existe menos experiencia. Sin embargo, este mayor costo es en parte compensado por una disminución de los costos de manejo, producto de una menor fertilización y podas menos frecuentes.

En los proyectos precursores se evaluaron 24 especies en un total de 27 predios (unidades experimentales) con distintas modalidades de asociaciones. Las especies estudiadas fueron:

TABLA 1. **Listado de especies evaluadas en los proyectos precursores**

Nombre común y científico	
1. Aliso italiano ( <i>Alnus cordata</i> )	13. Manzano ( <i>Malus communis</i> )
2. Aliso negro ( <i>Alnus glutinosa</i> )	14. Nogal ( <i>Juglans regia</i> )
3. Arce ( <i>Acer pseudoplatanus</i> )	15. Nogal negro ( <i>Juglans nigra</i> )
4. Avellano chileno ( <i>Gevuina avellana</i> )	16. Notro ( <i>Embothrium coccineum</i> )
5. Avellano europeo ( <i>Corylus avellana</i> )	17. Olivo de bohemia ( <i>Elaeagnus angustifolia</i> )
6. Castaño ( <i>Castanea sativa</i> )	18. Peral ( <i>Pyrus communis</i> )
7. Cerezo americano ( <i>Prunus serotina</i> )	19. Piche ( <i>Fabiana imbricata</i> )
8. Cerezo común ( <i>Prunus avium</i> )	20. Quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> )
9. Encino europeo ( <i>Quercus robur</i> )	21. Raulí ( <i>Nothofagus alpina</i> )
10. Encino rojo ( <i>Quercus rubra</i> )	22. Robinia-acacio ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )
11. Fresno mayor ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	23. Tulipero ( <i>Liriodendron tulipifera</i> )
12. Grevillea ( <i>Grevillea robusta</i> )	24. Liquidámbar ( <i>Liquidambar styraciflua</i> )

Fuente: Proyectos precursores

Cerezo común (*Prunus avium*)



BENJAMIN GIMMEL

## ► 4. Perspectivas de mercado

---

De acuerdo con FAO,<sup>5</sup> la principal fuente de abastecimiento de madera del mundo son los bosques naturales (espontáneos). La superficie mundial de bosques naturales se estima en 3.400 millones de hectáreas, de las cuales 1.640 millones corresponden a bosques templados y boreales, mayoritariamente compuestos por coníferas, y 1.760 millones corresponden a bosques y selvas tropicales (Consortio ASECAL y Mercurio Consultores, 2008).

En la evaluación de recursos forestales realizada por FAO en 2005,<sup>6</sup> la suma de áreas forestales se estimó en 3.768 millones de ha, equivalente al 93% del área de bosque total del mundo. De esta superficie, el 36% está clasificada como bosques naturales primarios, es decir bosques de especies indígenas, en el que no hay indicaciones claramente visibles de actividad humana, y un 53% se consideran bosques naturales alterados (bosques de especies indígenas regenerados naturalmente en los que hay indicaciones claramente visibles de actividad humana).

Adicionalmente, el 7% se clasifica como bosques seminaturales (bosques de especies indígenas, establecidas por plantación, siembra o regeneración natural asistida) y un 4% constituyen plantaciones forestales (bosques de especies introducidas, y en algunos casos de especies indígenas, establecidas por plantación o siembra). En consecuencia, la superficie total de bosques establecidos a nivel mundial superaría las 400 millones de hectáreas.

Sin embargo, a causa de la deforestación, la pérdida neta de superficie forestal mundial es alarmante y cada año alcanza cerca de 7,3 millones de hectáreas,<sup>7</sup> lo que equivale al 0,18% de la superficie de bosques del planeta. El 65% de la pérdida anual de bosques se concentra en Sudamérica, principalmente en la región amazónica, alcanzando a 3,1 millones de hectáreas al año (FAO, 2005a).

Los cinco países con mayor riqueza forestal en el mundo (Federación de Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos y China) suman más de la mitad del área de bosque mundial, llegando a los 2.097 millones de hectáreas, equivalentes a un 53% del total. La Federación de Rusia, por sí sola, reúne el 20% del total mundial (FAO, 2005 a).

Respecto a los bosques del mundo que están destinados a la producción (como función primaria o secundaria), se ha estimado que las plantaciones forestales para la producción (productos madereros y no madereros) constituían al año 2005 un 2,8% del total, llegando a 109 millones de hectáreas aproximadamente, a nivel mundial. La región de Asia tiene el 41%; Europa el 20%; Norteamérica y Centroamérica el 16%; Sudamérica y África el 10% cada una; y Oceanía el 3%. En conjunto, China, la Federación de Rusia y los Estados Unidos suman más de la mitad del área total de plantaciones para la producción (FAO, 2005 b).

Las extracciones mundiales de madera en 2005 ascienden a un poco más de 3.000 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales alrededor del 60% son madera industrial en rollo (1.800 millones de m<sup>3</sup>) y el 40% es leña (1.200 millones de m<sup>3</sup>), pero las proporciones varían según las regiones. En África, Asia meridional y sudoriental, el Caribe y Centroamérica, las extracciones son sobre todo de leña, mientras que en Norteamérica, Asia oriental, Europa y Oceanía predominan las extracciones de madera industrial en rollo. Es así como en África el 88% de las extracciones es leña, mientras que en Norteamérica y Centroamérica se registró solo el 13% (FAO, 2005 b).

<sup>5</sup> Organismo para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas.

<sup>6</sup> Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005.

<sup>7</sup> Promedio evaluado entre 2000-2005.

Estados Unidos, Brasil, Canadá, Federación de Rusia y China, suman el 45 por ciento de las extracciones mundiales de madera (FAO, 2005 b).

Respecto al valor de las extracciones, el total mundial del valor de las extracciones de madera en 2005 se estimó en 64.000 millones de US\$, de los cuales 57.000 millones corresponden a madera industrial y 7.000 millones a leña. Aunque el volumen mundial de producción de leña es cercano al de madera industrial, estas cifras sugieren que el valor de la producción de leña por m<sup>3</sup> es diez veces menor que el de la producción de madera industrial (FAO, 2005 c).

A nivel regional, Norteamérica y Centroamérica sumaron alrededor de un tercio del valor total de las extracciones. Asia y Europa vienen después, con alrededor de un cuarto del total cada una, seguidas por África, Oceanía y Sudamérica (FAO, 2005 c).

En el mercado mundial de maderas se conocen dos grandes grupos comerciales: las *coníferas*, llamadas también maderas blandas o suaves, y las maderas duras, llamadas también *latifoliadas* o de hoja ancha, de amplia distribución en el trópico y también en las zonas templadas.

Los términos de suaves, o blandas y duras, no se aplican a la efectiva dureza de las mismas, ya que algunas maderas blandas, como por ejemplo el pino, son más duras y densas que una *madera dura* como la de balsa.

Cada uno de estos mercados se subdivide, además, en función de las características de calidad de la madera.<sup>8</sup> El mercado de las maderas duras (latifoliadas) presenta un mayor número de subdivisiones porque está más influenciado por el concepto de especie, entre las cuales se destacan:

- **Maderas tropicales oscuras de alta calidad:** utilizadas para chapas decorativas, mueblería, carpintería fina y ebanistería. Este mercado estuvo dominado tradicionalmente por las especies asiáticas y en menor medida de África, como por ejemplo teca, meranti, ramin y okume, aunque reconoce especies de la región amazónica y del Caribe, como el palo brasil, la caoba, el cocobolo y los cedros, entre otros.
- **Maderas claras de alta calidad:** integradas predominantemente por especies características de zonas templadas, entre las que se encuentran los robles, hayas y olmos europeos, y los fresnos, cerezos y liquidámbar, entre otras. Es importante aclarar que este grupo no está compuesto exclusivamente por maderas blancas, también incluye tonalidades rojizas, pero que resultan claras en comparación con la coloración de las maderas tropicales antes mencionadas. Generalmente son originarias de Europa central y del sur de Estados Unidos. Entre ellas, las que más se destacan son las maderas claras para chapas decorativas, carpintería fina, molduras, muebles y pisos.

Es un segmento de alto crecimiento, motivado por una tendencia a la utilización de maderas claras, por una mayor disponibilidad en relación a las maderas asiáticas y africanas, y por las preocupaciones ecológicas de los consumidores europeos, que consideran que los bosques de donde provienen estas maderas están manejados en forma sustentable.

- **Maderas de uso industrial:** aptas para triturado (pastas, tableros), envases, pallets, tarimas y carpintería en general, como las salicáceas, eucaliptos y pinos entre las maderas de cultivo y ciertas especies de menor valor de bosques nativos (por ejemplo, lauan en Asia, algunas virolas en Brasil, abedules en Europa y álamos en Estados Unidos).

<sup>8</sup> Comercio internacional de productos de madera sólida.  
[www.agrobit.com/Documentos/H\\_1\\_Forestac%5C819\\_madera.pdf](http://www.agrobit.com/Documentos/H_1_Forestac%5C819_madera.pdf)



El consumo mundial anual de madera es aproximadamente de 4.100 millones de m<sup>3</sup>. El 56% de este volumen es utilizado como combustible, fundamentalmente en países subdesarrollados, los cuales poseen la mayoría de las reservas boscosas de especies latifoliadas, y el 44% restante es industrializado, predominando la utilización de maderas de coníferas.

Los principales proveedores de madera de coníferas son Canadá, Estados Unidos, Rusia y Suecia, mientras que los principales productores y exportadores de madera de latifoliadas son Estados Unidos, Brasil, Malasia e Indonesia. Brasil destaca con especies provenientes de maderas amazónicas y Estados Unidos con bosques nativos localizados principalmente en el sur, donde se extraen cerezos, robles rojos y blancos, arces y fresnos, entre otros.

A pesar de que algunos países en desarrollo, como Brasil y Chile, tienen una importante participación en la actividad forestal, el comercio mundial de la madera está muy concentrado, y es así que los principales flujos comerciales se dan entre países desarrollados. En 2003, Europa, América del Norte y Asia representaron el 56, 26 y 11%, respectivamente, del valor de las exportaciones mundiales de productos madereros (FAO, 2004). Esta polarización del comercio se ve reflejada en el consumo de madera *per cápita*, que es 8 veces superior en los países desarrollados.

Según FAO, el movimiento anual relativo a la madera en rollo, la madera aserrada, la pasta celulósica y el papel supera los 200 mil millones de dólares, contribuyendo con aproximadamente el 2% del Producto Interno Bruto (PIB) mundial, representando el 3% del comercio internacional de mercancías.

La producción mundial de muebles se encuentra particularmente concentrada. Estados Unidos, Italia, China y Alemania representan más del 50% de la misma, que en 2005 fue aproximadamente de 267 millones de dólares, de acuerdo a un estudio realizado por el Centro Studi Industria Leggera (CSIL). Para ese mismo año, el comercio mundial del mueble fue aproximadamente de 82 mil millones de dólares (Consortio ASECAL y Mercurio Consultores, 2008).

El principal exportador de muebles es China, que ha logrado un protagonismo y una expansión sorprendentes, aumentando su participación del 3 % en 1995 al 14 % en 2005, superando a países tradicionales del sector como Italia, Alemania y Polonia. Estados Unidos es el principal importador con el 32% del total (Consortio ASECAL y Mercurio Consultores, 2008).

En los últimos años han ocurrido cambios importantes en el mercado mundial forestal, principalmente como consecuencia de tres acontecimientos. Por un lado, la nueva importancia de China como importador y exportador; por otro, los cambios de política en la Federación de Rusia que influyen en el suministro mundial de madera, y, por último, la transformación de muchos países tropicales, antes exportadores de productos primarios, en exportadores de productos madereros secundarios (FAO, 2004).

Finalmente, las proyecciones para los próximos años son de un aumento en la demanda de productos forestales, que deberá ser satisfecha por los propios mercados internos o por importaciones.

### Comercio exterior de maderas latifoliadas

No se disponen de estudios globales del mercado de maderas latifoliadas y la información actualizada de volúmenes y precios transados es escasa. Sin embargo, entre las especies latifoliadas, para el segmento de las maderas tropicales se dispone de los reportes anuales de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), que se caracterizan por su confiabilidad y vigencia.

La OIMT es una organización intergubernamental que promueve la conservación y ordenación, la utilización y el comercio sostenible de los recursos de los bosques tropicales. Cuenta con aproximadamente 60 miembros,<sup>9</sup> los cuales en conjunto poseen alrededor del 80% de los bosques tropicales del mundo y representan el 90% del comercio mundial de maderas tropicales, entendiéndose que éstas son maderas duras o latifoliadas y por lo tanto permiten dimensionar una parte importante del mercado de estas especies.

En el año 2007, la producción de madera tropical en los países miembros de la OIMT alcanzó un total de 210,1 millones de m<sup>3</sup> (Cuadro 1), lo que correspondió a un 12,2 % del total de maderas producidas por estos países. La producción de madera en trozas fue la más significativa, con un total de 143,2 millones de m<sup>3</sup>, lo que significó un aumento del 4,8% con respecto al año anterior.

CUADRO 1. Estadísticas de la OIMT para maderas tropicales año 2007

	Trozas	Madera aserrada	Chapas	Contra-chapados	Total Maderas
Producción (millones m <sup>3</sup> )	143,2	43,3	3,6	20,0	210,1
Importaciones (millones m <sup>3</sup> )	13,5	8,0	0,9	8,1	30,5
Importaciones (millones US\$)	3.293,7	4.143,9	951,1	4.232,8	12.621,5
Exportaciones (millones m <sup>3</sup> )	13,0	11,6	1,1	9,7	35,4
Exportaciones (millones US\$)	3.113,9	3.777,6	1.005,9	4.162,3	12.059,7

Fuente: OIMT, 2008

<sup>9</sup> **Miembros de la OIMT. Productores:** ÁFRICA (Camerún, República Centroafricana, Costa de Marfil, Gabón, Ghana, Liberia, Nigeria, República Democrática del Congo (ex Zaire), República del Congo, Togo), ASIA & PACÍFICO (Camboya, Fiji, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Myanmar, Papua Nueva Guinea, Tailandia, Vanuatu), AMÉRICA LATINA Y CARIBE (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Panamá, Perú, Suriname, Trinidad y Tobago, Venezuela). **Consumidores:** Australia, Canadá, China, Comunidad Europea, Alemania, Austria, Bélgica, Luxemburgo, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, Suecia, Egipto, Estados Unidos de América, Japón, Nepal, Nueva Zelanda, Noruega, República de Corea y Suiza.



Los principales países productores de trozas tropicales (2006-2008) fueron Indonesia, Brasil, Malasia e India, que, en conjunto, comprendieron cerca del 75% de la producción total de los países miembros de la OIMT en 2007.

Las importaciones de madera dura tropical en los países consumidores miembros de la OIMT llegaron a 30,5 millones de m<sup>3</sup> en el 2007, correspondiendo a un 12,0 % del total de madera importada por estos países. En valor, las importaciones fueron de 12.621,5 millones de dólares, equivalente a un 21% del total producido por estos países.

Los países productores miembros de la OIMT exportaron un total de 35,4 millones de m<sup>3</sup> de madera tropical en el año 2007, por un valor de 12.059,7 millones de dólares.

En 2007, los precios de la mayoría de las especies y productos primarios de madera tropical siguieron afianzándose, y algunos alcanzaron niveles récord como respuesta a la intensa demanda registrada en ciertas regiones y la reducida oferta en los países productores.

Los precios de muchos productos primarios de madera tropical posteriormente se mantuvieron relativamente estables hasta mediados de 2008, antes de sufrir una caída al percibirse los efectos de la crisis económica mundial en los principales mercados de estos productos.

Los precios de la madera en troza y aserrada de África registraron un firme aumento en 2007 y algunas especies alcanzaron niveles récord. Estos aumentos de precios se atribuyeron a una mayor demanda (inclusive de China e India) y la escasez del suministro de ciertas especies, así como los crecientes costos de transporte marítimo y/o impuestos.

El mercado de EE.UU. para los productos de madera tropical hace énfasis en la madera aserrada y los productos de madera de calidad para acabados de obra fina. A diferencia del mercado de la construcción, que hace énfasis en las propiedades estructurales de la madera, estos mercados de valor agregado se distinguen por acentuar las características estéticas de la madera.

El énfasis en el extremo superior del mercado se hace evidente por el hecho de que las especies tropicales importadas tienen un valor promedio de casi 700 US\$/m<sup>3</sup>, mientras que el valor de la madera blanda aserrada importada es de apenas unos 180 US\$/m<sup>3</sup> (Metafore, 2004).

Dada la estructura del mercado para las maderas tropicales en EE.UU., los tres canales principales para la madera proveniente de bosques tropicales bien manejados están en la madera dura aserrada de calidad para acabados, el contrachapado no apto para la construcción y productos específicos con valor agregado.

La madera aserrada tropical importada por EE.UU. se usa comúnmente para producir muebles, pisos, piezas aserradas, entarimados, instrumentos musicales y otros productos especializados.

La caoba (*Swietenia* sp.) es la especie tropical más solicitada en EE.UU.; sin embargo el mercado está comenzando a responder a la reducida disponibilidad, así como al aumento en las restricciones comerciales impuestas a esta popular especie, mediante la aceptación de alternativas de menor costo (Metafore, 2004).

El precio internacional de madera aserrada de caoba de grado 1 (común y mejor), en el mercado de Estados Unidos, se incrementó de 1.200 US\$/m<sup>3</sup> en Junio del 2002 hasta 1.800 US\$/m<sup>3</sup> en diciembre del 2007. Un aumento del 50% a precios de mercado, equivalente a un incremento de 300 US\$/m<sup>3</sup> en valores constantes.

Los precios de los productos secundarios de madera tropical también han experimentado un incremento durante los últimos 5 años. En particular los muebles de madera (*furniture*) han experimentado un fuerte aumento: por ejemplo, sillas Windsor que se encontraban en el mercado a 10 US\$/pieza en 2005 se incrementaron hasta alcanzar 60 US\$/pieza en el 2008. Del mismo modo, tableros de mesa de cocina semi-acabado (de caucho) incrementaron sus precios de 20 US\$/pieza hasta alcanzar 70 US\$/pieza en el 2008.

La producción de madera de alto valor en plantaciones especializadas, principalmente en climas templados, es un campo que se ha ido ampliando fuertemente en las últimas tres décadas, principalmente impulsado por el mercado que presenta una demanda insatisfecha y precios muy atractivos, y por las restricciones crecientes a la cosecha de maderas nobles en bosques tropicales.

Efectivamente, muchos países productores de maderas tropicales que son miembros de la OIMT están luchando contra las restricciones, que tienen un menor efecto en la contraparte que trabaja con maderas blandas y duras templadas. Estos factores incluyen la distancia al mercado, el alto costo de transporte, los factores climáticos, la falta de promoción e inversión, y la dificultad y costo de la certificación. Respecto de la certificación, en el mercado europeo el objetivo es aumentar de forma progresiva la participación de los productores de madera que puedan demostrar el origen legal y que estén comprometidos con la ordenación forestal sostenible, desde un nivel mínimo del 50% en el 2007 hasta el 100% en el 2010.

Al igual que en el mercado norteamericano, en Europa se ha producido un alza de precio de las maderas de especies latifoliadas debido a la escasa oferta interna. Este recurso es destinado principalmente a la industria de muebles y decoración. Entre las especies latifoliadas templadas de interés en los mercados europeos destacan el nogal, el cerezo y el castaño, cuya madera de alto valor estético y características para ser trabajadas responden a las nuevas tendencias de la industria, tales como la preferencia por madera clara, homogénea y de baja densidad.

Como antecedente, se mencionan que para sitios y/o tecnologías adecuadas existen especies de alta significación económica, tales como el nogal común (*Juglans regia*), cuya madera en Europa alcanza valores de 500 a 2.500 US\$/m<sup>3</sup> en pie y el cerezo americano (*Prunus serotina*), cuya madera elaborada en Estados Unidos alcanza valores de 900 a 1.100 US\$/m<sup>3</sup> (Loewe, 2003).

Nogal (*Juglans regia*)



H. ZELL

## ► 5. Alcances de la opción de negocio

El producto demandado es madera de alto valor comercial orientada al mercado de exportación, con Europa como destino principal. Esta madera se caracteriza por su alto valor estético y características para trabajarla, para ser utilizada en la fabricación y confección de muebles de alta calidad, chapas foliadas (*veneers*), paneles, instrumentos musicales y artesanía, entre otras aplicaciones.

La madera, para ser considerada de primera calidad (foliable), debe poseer anillos de crecimiento regulares, dimensiones atractivas (sobre 3 m de largo y 40 cm de diámetro), no presentar defectos y poseer un color homogéneo. La madera de plantaciones, generalmente de fibra y estructura más larga, menos pesada, poco resistente y de color más claro, es la más requerida a nivel industrial (Loewe, González y Cannata, 2007).

### 5.1. Especies de mayor valor

#### Nogal común

Entre las especies de mayor interés destaca el nogal común, árbol vigoroso que puede alcanzar alturas de entre 24 y 31 m, y diámetros del tronco de entre 60 y 90 cm (y de hasta 1,5 m), alto, recto, que se abre en una copa amplia y frondosa. Su madera es compacta y con un hermoso veteado. Es una especie de relativamente rápido crecimiento a diferencia de lo comúnmente conceptualizado, aceptada por los agricultores desde hace varios siglos, pues produce frutos apreciados (2-3,5 US\$/kg) y madera valiosa (300-2.500 US\$/m<sup>3</sup> en pie) (Loewe y González, 2003). En Chile, las plantaciones de nogal se distribuyen desde la IV hasta la IX Región, aunque la mayor producción de nueces se concentra en la zona central del país, específicamente en las regiones V, RM y VI, con un 91% de la producción nacional.



En esta especie es muy apreciada la llamada raíz o “radica” por su atractivo veteado, y corresponde a una deformación ovoidal que se produce en la base del árbol. Su precio depende de sus dimensiones y calidad, en particular de la ausencia de involuciones de corteza (“corteza incluida”), situación en la cual puede alcanzar valores de hasta 5.000 US\$/unidad. La madera del tronco y de las ramas gruesas es usada en carpintería y ebanistería; la de las raíces (*radicas*) es usada principalmente en chapas decorativas (Loewe, González y Cannata, 2007).

En Italia, el consumo total de madera alcanza a 40 millones de m<sup>3</sup> anuales, de los cuales sólo 8 millones de m<sup>3</sup> son de producción nacional (Loewe, 2003). El mercado de madera de nogal, aunque pequeño en relación con el consumo interno total, representa una elaboración artesanal e industrial de gran tradición y antigüedad. Un 75% de la madera de nogal se destina a muebles y ornamentación de oficinas; luego siguen puertas de habitaciones, parquet, ebanistería y otros trabajos artesanales.

Los valores de mercado son favorables, 2 a 3 veces más elevados que otras especies (cerezo, nogal negro, fresno, arce, encinos, otras), pero muy diferenciados según calidad. La madera más valorada es aquella clara, ya que permite resaltar el veteado y una mejor tinción, y no debe presentar defectos. Las dimensiones mínimas deben ser de 3 m de largo, con diámetros mínimos superiores mayores a 35-40 cm para madera foliable; y de 2 a 3 m de largo y 25 a 35 cm de diámetro para madera aserrada. Con mayores dimensiones se obtienen valores más elevados.

En Italia la madera se transa entre 310 y 2.356 US\$/m<sup>3</sup> según la calidad. Para fustes foliables se puede llegar a 3.100-3.720 US\$, y para chapas de más de 1 mm de espesor a precios de 1,86-3,10 US\$/m<sup>2</sup>. La madera de ramas de 20-25 cm de diámetro se destina a artesanías y alcanza valores de 124 a 310 US\$/metro ruma (Loewe, 2003).

Los altos precios que presenta la madera de la especie están generando demanda por maderas sustitutas, que son más económicas que el nogal pero con características similares. Un estudio realizado en Italia demostró que alrededor de un 70% de las empresas entrevistadas declararon tener demanda por sustitutos de nogal, como tanganika (*Aningeria* spp.), tulipero (*Liriodendron tulipifera*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), aliso (*Alnus* spp.), framiré (*Terminalia ivorensis*), fraké (*T. superba*), bahia (*Mitragyne cilitica*, *M. macrophylla*), canaleta (*Cordia* spp.) y otras latifoliadas con maderas claras fácilmente teñibles (Loewe y González, 2001).

### Cerezo común

La demanda por madera de cerezo, al igual que por otras latifoliadas, depende en alguna medida de las tendencias de consumo o modas y de las fluctuaciones del mercado. Se ha constatado que la demanda por esta decorativa madera ha superado la oferta, y además existe baja disponibilidad (sólo pequeñas cantidades de dimensiones menores), por lo que es poco probable que se produzca una sobreoferta de piezas sin defectos en el corto o mediano plazo.

La creciente demanda por su madera permite un mayor empleo de la especie, aunque sus requerimientos ecológicos impiden su cultivo en superficies extensas. En Loewe (2003) se citan precios de 496 a 620 US\$/m<sup>3</sup>, con una comercialización de fustes con diámetros superiores a 30-40 cm, y madera aserrada con largos de 1,8-3,5 m y anchos de 12-45 centímetros. Algunos autores la mencionan como una madera óptima para muebles, lo que explicaría su valor.



KONRAD LACKERBECK

En Italia, en los últimos años, el precio de la madera de cerezo ha alcanzado valores cercanos a los de nogal debido a la existencia de un período de gran moda de la especie, impulsado principalmente por arquitectos y diseñadores de interior. Sus altos precios generan demanda por maderas sustitutas, que son más económicas pero con características similares, como las maderas de cerezo americano (*Prunus serotina*) de Estados Unidos; coigüe (*Nothofagus dombeyi*), lenga o cerezo de Magallanes (*Nothofagus pumilio*) de Chile; y kauri (*Agathis australis*), perteneciente a la familia *Araucariaceae*, originaria de Nueva Zelanda.

## Castaño

El castaño es una especie de gran valor, por la multiplicidad de propósitos que ofrece su cultivo. Del castaño no sólo se obtiene madera de alta calidad, sino que también es posible producir frutos y criar ganado al mismo tiempo. Su cultivo como árbol frutal y maderable se ha difundido en Italia, Alemania, España, Portugal y Grecia.

El atractivo principal del castaño lo constituye su utilización como cultivo fruto forestal, mediante el cual es posible producir frutos durante varias temporadas y además obtener madera de alta calidad al final de la rotación. La madera de castaño se emplea en la fabricación de marcos de ventanas, puertas y diversos productos de carpintería. Es común su uso en tonelería y en general para todo tipo de construcciones, incluyendo la naval. Se usa en ebanistería y es una de las maderas que más se consume en la industria del parquet.



DARKONE

En Chile el crecimiento en volumen de castaño es óptimo, por lo que la especie se puede clasificar como de madera noble y a su vez de rápido crecimiento. En una rotación de 35 años se podría obtener un volumen de entre 0,5 y 1 m<sup>3</sup> por árbol, valor que es bastante superior al observado en Europa (INFOR, 2005).

En plantaciones forestales establecidas por INFOR, a una densidad de 3 x 3 m, en la localidad de Ensenada, próxima a Valdivia, a la edad de 5 años la altura promedio es de 4,4 m, el diámetro a la altura del pecho es de 5,02 cm y el diámetro a la altura del cuello de 8,02 centímetros. Esta plantación fue establecida después de una rotación de pino radiata, en un suelo de tipo Trumao (INFOR, 2005).

Las trozas mayores a 30 cm de diámetro presentan precios muy interesantes en el mercado y son aquellas que se destinan a la industria del debobinado<sup>10</sup> y del mueble. De acuerdo con INFOR (2005), en Francia el trozo debobinable de 2,2-3,0 m de largo y de 18-30 cm de diámetro alcanza precios de 60 a 90 US\$/m<sup>3</sup>, si provienen de bosque sanos, con nudos sanos y muertos, pero pequeños. Dentro de este segmento los precios son aún más interesantes para trozas sin defectos y libres de nudos. Para lograr diámetros mayores a 30 cm se requiere de una rotación de alrededor de 30 años, considerando que el mejor precio variará dependiendo de la calidad de la troza.

En Italia, los precios varían entre 570 y 856 US\$/m<sup>3</sup> para madera aserrada, en Bolonia; 375 US\$/m<sup>3</sup> para tablonos, en Nápoles; y de 5,23 a 8,08 US\$/quintal<sup>11</sup> en troza puesto a orilla de camino en Turín, todos sin IVA (Loewe, 2003). En el año 2004, en este mismo país, se registraron precios para madera “aserrada no canteada para carpintería” de 723 a 877 euros/m<sup>3</sup>, equivalente a un rango de 602 a 731 US\$/m<sup>3</sup> con base el mismo año (INFOR, 2005).

Cabe destacar que actualmente, en Chile, el mercado de la madera de castaño es pequeño e informal debido a la escasa oferta de madera de esta especie. Por lo tanto, es pertinente analizar la situación con antecedentes de países productores y consumidores de madera de castaño, tales como España, Francia, Italia y Portugal, teniendo presente que con los volúmenes existentes es

<sup>10</sup> Debobinado son cortes rotativos aplicados a la madera, de manera de “desenrollar” la madera en forma de lámina mediante un torno debobinador. Produce una lámina fina y continua de madera utilizada para enchapar muebles u otros elementos, revestimientos y elaboración de tableros terciados, entre otros usos.

<sup>11</sup> Un quintal equivale a 100 kg y corresponde a una medida de peso usada para comercializar maderas nobles de calidad inferior o para maderas sin elaborar.

difícil acceder a mercados internacionales; sin embargo, se está generando una masa forestal que permitirá acceder a estos mercados en el mediano plazo.

En cuanto al precio de la madera de castaño en Chile, de acuerdo con INFOR (2005), éste alcanzó un valor de \$ 294.000/m<sup>3</sup> de madera aserrada seca en el 2005, equivalente a 539 US\$/m<sup>3</sup> (con base el mismo año).

### Otras especies

Adicionalmente a las especies mencionadas, existe una lista numerosa de otras que presentan un potencial interesante, como el fresno, arce, aliso italiano y negro, olmo y dos especies de encinos, la farnia (*Quercus robur*) y la rovere (*Quercus petraea*). También destacan en el mercado el nogal negro, cerezo americano, tulipero, liquidámbar, grevillea, peral, avellano chileno, aliso rojo y ciavardello.

## 5.2. Factibilidad económica

Para conocer la factibilidad económica de esta alternativa productiva como opción de negocio en nuestro país, se realizó una evaluación económica donde se evalúan las situaciones pura y mixta para nogal común (*Juglans regia* L.), mediante la técnica de la arboricultura en plantación mixta, demostrándose la validez técnica y financiera del modelo productivo propuesto en el contexto chileno (Loewe y Gonzalez, 2007).

Para la evaluación económica de nogal en plantación pura se optó por considerar un modelo con objetivos forestales y arboricultura intensiva (proceso tecnológico para producir madera de alta calidad, con riego, control de malezas, podas y raleos), y precios internacionales.

Para evaluar la situación de plantación mixta, se considera una asociación de nogal y olivo de bohemia (*Elaeagnus angustifolia*); estudios realizados indican que esta asociación resulta benéfica para el nogal, el que presenta crecimientos en diámetro y altura superiores en un 80% en comparación a una plantación pura.

En el siguiente cuadro se presentan los indicadores económicos obtenidos en la evaluación para los dos modelos considerados, concluyéndose que las plantaciones mixtas permiten desarrollar sistemas forestales sustentables y de elevada productividad y valor.

CUADRO 2. Indicadores económicos para modelos de plantación pura y mixta (US\$/ha)		
	Plantación Pura	Plantación Mixta
VAN (10%)	590,5	5.639,40
TIR	10,9	17,9

En el Anexo 1 se adjunta el detalle y cuadros de esta evaluación económica.

En consecuencia, la utilización de especies no tradicionales para producir madera de alto valor, como el nogal común, constituye una alternativa factible de ser incorporada a los sistemas productivos tradicionales. Se trata de una especie conocida y difundida, de interés agrícola y forestal, ya que produce fruta comestible apreciada y madera de alto valor requerida para la producción de muebles de estilo y objetos artesanales, siendo una de las maderas más cotizadas en Europa, con un mercado estable y exclusivo.

## ► 6. Claves de viabilidad

---

- Existe un conocimiento técnico disponible, tanto a nivel europeo como nacional, factible de aplicar a nivel productivo.
- Existen nichos de mercado insatisfechos de madera de alta calidad y valor.
- Existen varias especies de interés que en el país pueden ser cultivadas en este ámbito con éxito.
- Dado los mayores crecimientos registrados en las plantaciones de algunas de estas especies en nuestro país, se podrían obtener en forma anticipada cosechas económicamente significativas.
- Pueden desarrollarse cultivos tanto o más rentables que los tradicionales, los que pueden constituir una alternativa para parte de las superficies deforestadas o con cultivos poco rentables, considerando diferentes clases de suelos y tipos de propietarios y empresas.

## ► 7. Asuntos por resolver

---

- Se requiere realizar un estudio de mercado que permita actualizar y/o identificar información sobre volúmenes y precios de transacción de maderas de alto valor en los últimos años y con ésta proyectar precios en el largo plazo para los fines de realizar una evaluación del negocio.
- Es necesario que en el futuro continúen desarrollándose investigaciones en Plantaciones Mixtas para verificar el efecto sobre las especies principales por parte de especies secundarias, tanto exóticas como autóctonas. Uno de los desafíos más importantes en este sentido es encontrar y probar especies secundarias, tanto arbóreas como arbustivas. Dentro de éstas últimas, en Chile parece haber una enorme cantidad, a diferencia de otras partes del mundo, especialmente de Europa.
- Es imprescindible continuar con las mediciones de los ensayos ya instalados, a partir de los cuales se podrá inferir información de gran valor para el desarrollo de la actividad en Chile en los próximos años. Esto es relevante y tiene un sustento científico en los resultados obtenidos del análisis con modelos estadísticos mixtos, en los cuales se observan dinámicas de crecimiento variables en el tiempo, por lo que no pueden tomarse decisiones o conclusiones a partir de datos de un periodo limitado o de un análisis estático de un año en particular.
- Aún quedan muchos aspectos tecnológicos por abordar, dada la naturaleza de estos programas de I+D, que requieren años de estudio y validación por el tipo de especies involucradas. El desafío es, por lo tanto, buscar las fuentes de financiamiento que permitan dar continuidad a estas líneas de trabajo y lograr un desarrollo en el área de la arboricultura chilena de alto nivel.





## SECCIÓN 2

# Los proyectos precursores

## ► 1. Objetivos

El objetivo general de los proyectos precursores fue promover la diversificación silvícola del sector forestal nacional, basándose en antecedentes científicos, mediante el empleo de especies de alto potencial económico (alto valor) y ecológico, cuyas características, silvicultura y manejo sean conocidos y que, a la vez, posean precios y mercados objetivos promisorios.

A continuación se señalan los proyectos desarrollados:

- “Silvicultura de especies no tradicionales, una mayor diversidad productiva. Fase I”, ejecutado entre julio de 1995 y septiembre de 1998.
- “Silvicultura de especies no tradicionales, una mayor diversidad productiva. Fase II”, ejecutado entre octubre de 1998 y noviembre de 2003.
- “Plantaciones mixtas: diversidad, productividad y sustentabilidad para el desarrollo forestal”. Fase I ejecutada entre diciembre de 2000 y mayo de 2005, y Fase II ejecutada entre junio de 2005 y agosto de 2007.

Castaño (*Castanea sativa*)



Los principales objetivos específicos de los proyectos fueron:

- Seleccionar un conjunto de especies forestales promisorias, desde el punto de vista silvícola y económico
- Determinar las características y requerimientos ecológicos de cada una de las especies
- Determinar zonas potencialmente aptas para el desarrollo de las especies
- Realizar análisis preliminares de usos y mercados de las maderas en estudio
- Difundir los resultados obtenidos

Las especies evaluadas, con distintas modalidades de asociaciones, fueron: aliso italiano (*Alnus cordata*); aliso negro (*Alnus glutinosa*); arce (*Acer pseudoplatanus*); avellano chileno (*Gevuina avellana*); avellano europeo (*Corylus avellana*); castaño (*Castanea sativa*); cerezo americano (*Prunus serótina*); cerezo común (*Prunus avium*); encino europeo (*Quercus robur*); encino rojo (*Quercus rubra*); fresno mayor (*Fraxinus excelsior*); grevillea (*Grevillea robusta*); liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*); manzano (*Malus communis*); nogal (*Juglans regia*); nogal negro (*Juglans nigra*); notro (*Embothrium coccineum*); olivo de bohemia (*Elaeagnus angustifolia*); peral (*Pyrus communis*); piche (*Fabiana imbricata*); quillay (*Quillaja saponaria*); raulí (*Nothofagus alpina*); robinia-acacio (*Robinia pseudoacacia*); y tulipero (*Liriodendron tulipifera*).

En total se implementaron 27 unidades experimentales distribuidas entre la Región de Valparaíso y Los Lagos, en las localidades de Casablanca, San Fernando, Retiro, Pelarco, Curicó, Molina, Linares, Contulmo, Los Angeles, Talcahuano, Portezuelo, Quilaco, San Ignacio, Curanilahue, Cabrero, Loncoche, Collipulli, Toltén, Cunco, Villarrica, Freire, Angol, Paillaco, Osorno, Los Lagos y Valdivia. Los años de instalación de cada unidad experimental, la especie evaluada, la ubicación y propietario (o responsable) de cada predio se detallan en el Anexo 2.

## ► 2. Aspectos metodológicos

---

La primera parte del trabajo tuvo como propósito seleccionar las especies de mayor interés aparente para el desarrollo forestal del país, en base a antecedentes de crecimiento, tanto en Chile como en sus países de origen, privilegiando aquellas que presentaron los mayores volúmenes e incrementos anuales, y considerando a la vez información de mercado y usos potenciales. Cabe señalar que el INFOR ha desarrollado ensayos en una gran cantidad de unidades, instaladas desde la década del 60.

De esta manera se seleccionaron, en primera instancia, 17 especies (24 en total al término de los tres proyectos), incluyendo dos nativas. Posteriormente se determinaron características de cada especie, distribución natural, aspectos reproductivos, genéticos y otros. Además, se determinaron requerimientos de suelo, clima, altitud y exposición para cada una.

A continuación, se especificaron los modelos culturales idóneos para cada especie, donde se incluyeron las siguientes actividades:

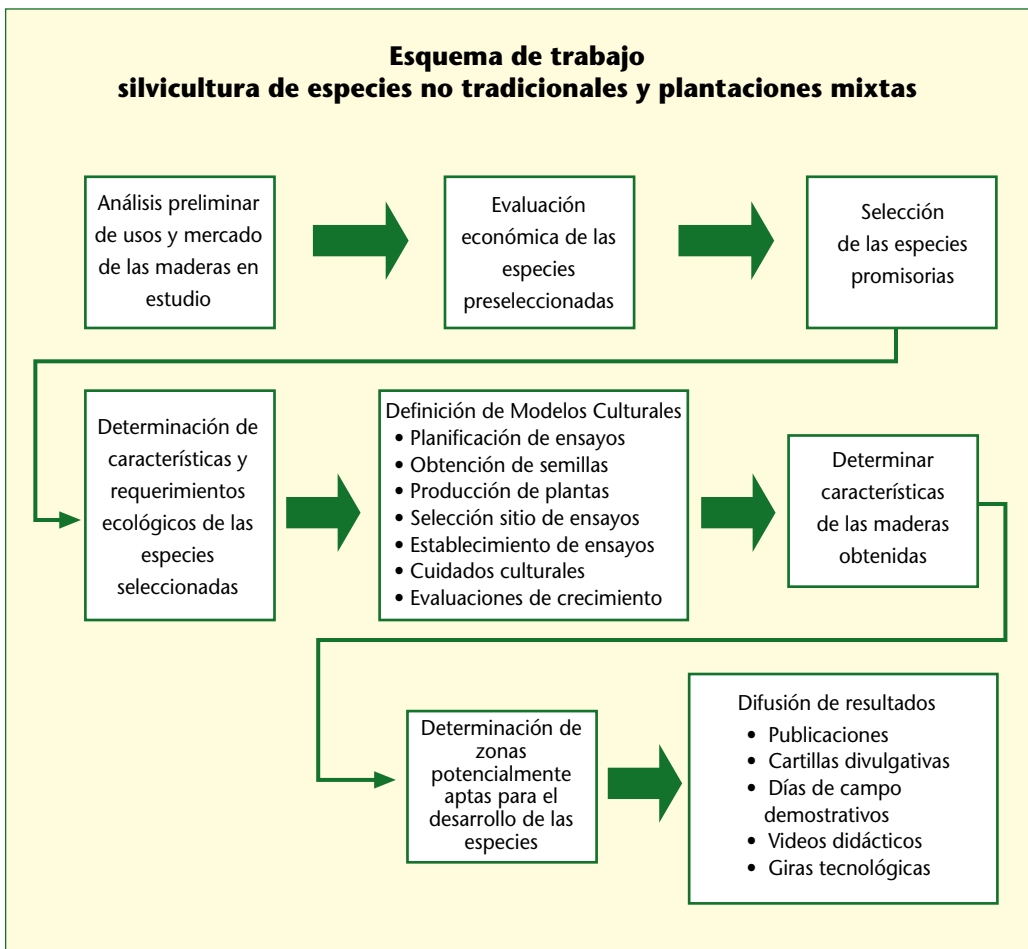
- Planificación de ensayos de terreno
- Obtención de semillas
- Producción de plantas en viveros

- Selección de sitios para el establecimiento de ensayos
- Establecimiento de ensayos
- Cuidados culturales
- Mediciones y evaluaciones de crecimiento

Para la determinación de las zonas potencialmente aptas para el desarrollo de las especies, se abordó como zona de estudio desde la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos, considerándose principalmente los aspectos del clima tales como precipitación, humedad relativa, temperaturas medias y extremas, meses secos y características del suelo (drenaje, textura, profundidad).

Adicionalmente, se realizaron evaluaciones económicas privadas y sociales para el conjunto de especies en estudio. Para ello se analizaron tres tecnologías de producción alternativas, se determinaron los costos por actividad y se definieron precios de los productos. Se definieron dos escenarios de precios: uno nacional y otro internacional. En el primer escenario, se consideró que los productos que se generen no superarán los precios actuales de las maderas en el mercado interno (mañío y raulí). En el escenario internacional se estableció que los productos se venderán al mismo precio que actualmente existe para ellos (Estados Unidos). Es decir, se utilizaron escenarios de precios conservadores.

La figura que sigue muestra esquemáticamente las actividades realizadas en el contexto de los tres proyectos precursores.



En su primera fase, los proyectos generaron información relevante en:

- Requerimientos ecológicos de las especies estudiadas
- Información básica sobre tratamientos silviculturales para esas especies
- Propiedades físico – mecánicas de la madera de algunas especies
- Evaluación económica por especie
- Zonas potenciales para el cultivo de las especies consideradas

Respecto de las zonas con potencial para la plantación de las especies evaluadas, se determinaron:

- **Zona Central** (Región de Valparaíso a Región de BíoBío): nogal común, cerezo común, cerezo americano, olmo, liquidámbar, fresno, arce, aliso rojo, nogal negro, peral, roble americano, encino europeo y especies frutales con maderas valiosas.
- **Zona Sur** (Región de la Araucanía a Región de Los Lagos): nogal común, cerezo común, cerezo americano, castaño, tulipero, olmo, liquidámbar, fresno, arce, aliso rojo, avellano chileno, raulí, nogal negro, peral, blackwood o aramo australiano, roble americano, encino europeo, ciprés y sequoia, entre otras.

La segunda fase permitió dar continuidad a la red de unidades experimentales establecida en la primera etapa, así como la obtención de información complementaria a partir de evaluaciones de las plantaciones de edades mayores, más cercanas a la mitad de la rotación, situación requerida para hacer proyecciones con base sólida sobre nuevas opciones de cultivo.

La situación, al finalizar la segunda fase del proyecto, fue la siguiente:

- 25 unidades experimentales distribuidas entre la V y X regiones manejadas de acuerdo a lo programado.
- Medición y evaluación de los ensayos de acuerdo a lo programado.
- Análisis detallado sobre las perspectivas de desarrollo de la arboricultura en Chile.
- Primeras experiencias chilenas de arboricultura especializada en la producción de maderas de alto valor instaladas (más de 100 ha) por parte de privados en terrenos agrícolas (VII región), en el marco de proyectos de inversión de mayor envergadura en este rubro.
- Mucho interés por el tema entre propietarios e inversionistas del sector privado.
- Programa de difusión ejecutado de acuerdo a lo programado, que incluye una serie de libros y artículos especializados, tanto nacionales como internacionales.
- Dos giras técnicas realizadas (Argentina e Italia).

Consecutivamente, en el proyecto de plantaciones mixtas, se continuó con la medición de 6 de las unidades experimentales establecidas desde el comienzo y se ingresaron a una base de datos los resultados obtenidos, realizándose los análisis bioestadísticos preliminares.



STEN POBSE

Olivo de Bohemia (*Elaeagnus angustifolia*)

JEAN-POL GRANDMONT

Robinia-acacia (*Robinia pseudoacacia*)

Los análisis realizados consideraron cuatro grupos:

- Análisis de parámetros dasométricos (DAP<sup>12</sup> y altura) por cada una de las especies principales en estudio.
- Análisis de parámetros cualitativos, relacionados con la calidad (bifurcación y rectitud).
- Análisis fitosanitarios de plagas y enfermedades presentes en el marco de un año calendario (incluyendo plagas típicas de verano, como el chape en cerezo, y otras registradas en invierno).
- Análisis de sobrevivencia.

El detalle de los resultados obtenidos se encuentra contenido en el Informe Final de este proyecto.

Cabe señalar que durante todo el período de ejecución de estas iniciativas se realizaron charlas, días de campo, reuniones y talleres de trabajo, y se editaron numerosas publicaciones divulgativas, nacionales e internacionales.

### Validaciones

A lo largo del desarrollo de los proyectos precursores se han identificado zonas potenciales para el establecimiento de 24 especies de alto valor, desde la Región de Valparaíso hasta la Región de Los Lagos, las que pueden seleccionarse en función de las preferencias del propietario, del modelo productivo seleccionado (puro o mixto), de su capacidad de gestión operacional, del capital de que dispone y de la zona específica en que se encuentra la propiedad.

<sup>12</sup> DAP: diámetro a la altura del pecho

### ► 3. Los productores del proyecto hoy

---

Actualmente, los productores involucrados en el proyecto continúan con sus plantaciones puras y mixtas de especies forestales no tradicionales, las cuales a la fecha presentan buenos indicadores de su desarrollo. Sin embargo, es necesario considerar algunos aspectos que pueden ser mejorados, con el fin de no alejarse de lo planificado en relación al proyecto.

Los principales problemas que han enfrentado los propietarios, para forestar con especies no tradicionales, han sido los altos costos de establecimiento, la insuficiente cantidad de profesionales capacitados en el cultivo de estas especies, el desconocimiento de las diferentes técnicas de manejo requeridas, el alto costo de las plantas y la falta de financiamiento para este propósito.

Efectivamente, la visión que tienen propietarios privados respecto al desarrollo del modelo de plantaciones mixtas en Chile identifica como principal limitante el desconocimiento técnico respecto a las especies factibles de utilizar, a los diseños de plantación y al manejo posterior a aplicar. Le siguen, en orden de importancia, la percepción del negocio por parte del productor (rentabilidad del negocio y su costo asociado) y la dificultad de acceso a las bonificaciones forestales, entre otras.

Durante el desarrollo del proyecto ha existido un creciente interés por parte de productores y empresarios en conocer las especies que producen madera de alto valor y las experiencias existentes relativas a asociaciones de especies, así como en emprender iniciativas privadas con éstas. Es así como, a la fecha, un inversionista privado ha invertido en más de 140 has de terreno agrícola en la Región del Maule, avaluados entre 4.000 a 8.000 US\$/hectárea, con plantaciones mixtas especializadas para la producción de madera de nogal de alto valor. Esta iniciativa en particular ha generado gran interés, tanto en dicha región como desde la Región del Biobío a la Región de Los Lagos, por parte de agricultores, de inversionistas y de viveristas.

## SECCIÓN 3

# El valor de los proyectos

La producción de madera de alto valor en plantaciones especializadas, principalmente en climas templados, es un campo que se ha ido ampliando fuertemente en las últimas tres décadas, principalmente impulsado por el mercado, que presenta una demanda insatisfecha y precios muy atractivos, y por las restricciones crecientes a la cosecha de maderas nobles en bosques tropicales.

Esto se ha evidenciado fuertemente en Europa, principalmente en los países de mayor tradición, tales como Italia, Francia, España, Bélgica, Inglaterra y Alemania. Posteriormente, otros países del mundo se han interesado en el tema y han empezado a capacitarse y a investigar el cultivo de especies de madera de alto valor. Uno de ellos es Chile, en donde hace 15 años se iniciaron las

Liquidámbar con riego de goteo



primeras experiencias en la temática y en que, gracias a los proyectos descritos en el presente documento, se ha seguido trabajando consistentemente hasta la fecha.

La acción de los proyectos ha permitido el inicio de una actividad de vivero más especializada y el establecimiento de plantaciones productivas de privados, concretándose el comienzo de un nuevo nicho productivo. La experiencia del sector privado chileno permite esperar que su desarrollo sea exitoso y se consolide como un segmento productivo orientado a la exportación altamente rentable y con múltiples beneficios ambientales y sociales.



# Anexos

---

Anexo 1. Evaluación económica de las plantaciones  
pura y mixta para nogal común

---

Anexo 2. Unidades experimentales y plantaciones  
de los proyectos precursores

---

Anexo 3. Literatura consultada

---

Anexo 4. Documentación disponible y contactos

---



## ANEXO 1. Evaluación económica de las plantaciones pura y mixta para nogal común<sup>13</sup>

Para la evaluación económica de nogal en plantación pura se optó por considerar un modelo con objetivos forestales y arboricultura intensiva (proceso tecnológico para producir madera de alta calidad, con riego, control de malezas, podas y raleos), y precios internacionales.

Para evaluar la situación de plantación mixta, se considera una asociación de nogal y olivo de bohemia (*Elaeagnus angustifolia*); estudios realizados indican que esta asociación resulta benéfica para el nogal, el que presenta crecimientos en diámetro y altura superiores en un 80% en comparación a una plantación pura.

Para efectos de esta evaluación económica, no se consideraron productos derivados de la especie asociada, ni un mejoramiento de los suelos por el nitrógeno fijado por la especie acompañante (aproximadamente 50 kg de N/ha/año, citado por Buresti *et al.*, 1993), pero sí se consideró la calidad de la madera, debido a la mejor forma y arquitectura de los árboles; asimismo, se reducen los costos asociados a faenas tales como podas y fertilización.

En la plantación pura se asumen crecimientos medios anuales en DAP de 1,1 cm; se considera una densidad inicial de 1.100 árboles/ha y un volumen a cosechar a los 35 años de 200 m<sup>3</sup>/ha. En la plantación mixta se asumen crecimientos medios anuales en DAP de 1,5 cm; la densidad inicial en este caso es de 550 plantas/ha de nogal y 550 plantas/ha de olivo de bohemia; el volumen a cosechar a los 25 años es de 200 m<sup>3</sup>/ha.

La estructura de precios<sup>14</sup> en el escenario internacional considerado es la indicada en la Tabla 1.

**TABLA 1. Estructura de precios internacionales por producto considerado**

Producto	Observaciones	US\$/m <sup>3</sup>	\$/m <sup>3</sup>
Trozas foliables	> 2 m largo y > 40 cm diámetro	800	520.000
Trozas aserrables Categoría I	> 1,5 m largo y > 30 cm diámetro	600	390.000
Trozas aserrables Categoría II		450	292.500
Trozas aserrables Categoría III		300	195.000
Trozas aserrables ramas y tronquitos	> 1 m largo y > 22 cm diámetro	150	97.500
Leña		16,5	10.740

Fuente: Loewe y Gonzalez, 2007.

En la Tabla 2 se presenta la distribución de productos de la cosecha final para los modelos propuestos (plantación pura y mixta) y en la Tabla 3 se indican los esquemas de manejo establecidos.

**TABLA 2. Porcentaje de madera de los productos a obtener de los modelos propuestos**

Modelos propuestos	Trozas foliables			Troz aserrables	Ramas y tronquitos	Leña
	I	II	III			
Plantación pura	10	20	30	20	10	10
Plantación mixta	15	25	20	20	10	10

Fuente: Loewe y Gonzalez, 2007.

<sup>13</sup> “Plantaciones mixtas: un sistema agroecológico productivo, rentable y sustentable”. Loewe y Gonzalez, 2007.

<sup>14</sup> Estos precios son puestos en Italia y se les descontó el valor por transporte de Chile a Italia que corresponde a 40 US\$/m<sup>3</sup>.

TABLA 3. **Esquemas de manejo considerados en la evaluación económica desarrollada**

Periodo	Plantación Pura	Periodo	Plantación Mixta
Año	Actividad	Año	Actividad
1	Control de malezas pre-plantación trabajo al suelo, aradura, hoyo de plantación, plantación 1.100 arb/ha	1	Control de malezas pre-plantación trabajo al suelo, aradura, hoyo de plantación, plantación 1.100 arb/ha
2-4	Fertilización	2-3	Fertilización
2-10	Riego (1 vez/mes por 5 meses)	2-10	Riego (1 vez/mes por 5 meses)
2-5	Poda de formación y desyeme	2-4	Poda de formación y desyeme
6-9	Poda de levante y desyeme	5-8	Poda de levante y desyeme
8	Raleo	6	Raleo
18	Raleo (26 m <sup>3</sup> /ha)	12	Raleo (26 m <sup>3</sup> /ha)
35	Cosecha (DAP 38-40 cm)	25	Cosecha (DAP 38-40 cm)

Fuente: Loewe y Gonzalez, 2007.

La Tabla 4 presenta los flujos de los ingresos para los modelos de plantación considerados. Estos modelos no consideran los ingresos productos de la bonificación forestal de la ley 19.561 (ex DL 701), ni los ingresos derivados de la producción frutal, ni los productos derivados de la especie secundaria acompañante, en el caso de la plantación mixta.

TABLA 4. **Flujo de Ingresos (US\$) para los Modelos de Plantación Pura y Mixta**

Modelos propuestos	Trozas foliables			Trozas aserrables	Ramas y tronquitos	Leña
	I	II	III			
Plantación pura	16.000	24.000	27.000	12.000	3.000	330
Plantación mixta	24.000	30.000	18.000	12.000	3.000	330

Fuente: Loewe y Gonzalez, 2007.



En la Tabla 5 se adjuntan los costos de plantación y manejo de los dos modelos propuestos: plantación pura y mixta de nogal. La Tabla 6 presenta los resultados de las evaluaciones económicas para ambos modelos.

**TABLA 5. Costos de actividades de plantación y manejo en los modelos propuestos**

Actividad	Plantación Pura Costo (US\$/ha)	Plantación Mixta Costo (US\$/ha)
Control de malezas pre-plantación		
Mano de obra	36,9	36,9
Subsolado con tractor agrícola	46,2	46,2
Plantación		
Mano de obra	35,1	35,1
Plantas nogales	1.015,4	507,7
Plantas olivos		84,6
Fertilización		
Mano de obra	14,5	14,5
Fertilizantes (NPK)	44,0	44,0
Control de malezas		
Mano de obra	36,9	36,9
Materiales	76,9	76,9
Riego	15,4	15,4
Poda de formación	43,2	43,2
Desyeme	24,7	24,7
Poda levante	82,3	82,3
Raleo a desecho	27,0	27,0
Raleo comercial desecho	280,0	280,0
Cosecha	2.461,5	2.461,5
Transporte y envío (exp)	7.200,0	7.200,0

Fuente: Loewe y Gonzalez, 2007.

**TABLA 6. Indicadores económicos para los dos modelos considerados (US\$/ha)**

	Plantación Pura	Plantación Mixta
VAN (10%)	590,5	5.639,4
TIR	10,9	17,9

Fuente: Loewe y Gonzalez, 2007.

En conclusión, las plantaciones mixtas permiten desarrollar sistemas forestales sustentables y de elevada productividad y valor.

## ANEXO 2. Unidades experimentales y plantaciones de los proyectos precursores

N° Ensayo	Ubicación del Ensayo	Año de Instalación	Especie	Propietario – Responsable
1	Mundo Nuevo. Casablanca, V Región	1994	<i>Pinus pinea</i>	UNICYT. Fernando Monckeberg
2	Las Cardillas, San Fernando, VI Región	1996	<i>Juglans regia</i>	Luis Eduardo Astorga
3	Copihue, Retiro-Parral, VII Región	1995 1996 1997	<i>Juglans regia</i> <i>Juglans regia</i> <i>Juglans regia</i> – <i>Elaeagnus angustifolia</i>	CAF. El Alamo Jaime Ulloa
4	Parcela 24, Pelarco, VII Región	1998	<i>Prunus avium</i>	Ricardo Cruz Hinojosa
5	Alupenhue, Curicó, VII Región	2000 2001	Gevuina avellana <i>Castanea sativa</i> (castaño), <i>Prunus avium</i> (cerezo común), <i>Alnus glutinosa</i> (aliso negro), <i>Elaeagnus angustifolia</i> (olivo de bohemia), <i>Corylus avellana</i> (avellano europeo)	Agrícola Calandria. Ignacio Pérez
6	El Yacal, Molina, VII Región	2001	<i>Juglans regia</i> (nogal), <i>Prunus avium</i> (cerezo común), <i>Pyrus communis</i> (peral), <i>Malus communis</i> (manzano), <i>Alnus glutinosa</i> (aliso negro), <i>Elaeagnus angustifolia</i> (olivo de bohemia)	Frutifor S.A. Andreas Von Bavel
7	Santa Ana – Huapi. Linares, VII Región	2001	<i>Prunus avium</i> (cerezo común), <i>Robinia pseudoacacia</i> (robinia-acacio)	Privada. Elizabeth Braun
8	Antiquina, Contulmo, VIII Región	1996	<i>Nothofagus alpina</i> ; <i>Castanea sativa</i> ; <i>Prunus avium</i> ; <i>Juglans regia</i>	INFOR Concepción. Arnoldo Villarroel
9	El Huaqui, Los Angeles, VIII Región	1998	<i>Juglans nigra</i> – <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Municipalidad de Los Angeles - Jorge Uarac; Daniel Badilla A.
10	El Huertón, Los Angeles, VIII Región	1997	<i>Juglans regia</i> – <i>Elaeagnus angustifolia</i>	MINEDUC, CODESSER. Jorge Uarac
11	Base Naval Talcahuano, VIII Región	1998	<i>Grevillea robusta</i>	Armada de Chile, Tomás Wilson P.

N° Ensayo	Ubicación del Ensayo	Año de Instalación	Especie	Propietario – Responsable
12	Membrillar, Portezuelo, VIII Región	1998	<i>Fraxinus excelsior</i>	Inversiones Plantex Ltda José Manuel Contreras
13	Ruca Tata, Quilaco, VIII Región	1998	<i>Juglans nigra</i>	Oscar Medina
14	Vista Bella, San Ignacio, VIII Región	1998	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Elly Jungjohaln
15	Curanilahue, Cabrero, VIII Región	2001	<i>Juglans regia</i> (nogal), <i>Prunus avium</i> (cerezo común), <i>Alnus glutinosa</i> (aliso negro), <i>Quillaja saponaria</i> (quillay)	Clare Limited John Jackson
16	San Antonio, Loncoche, IX Región	1994	<i>Castanea sativa</i> ; <i>Prunus avium</i> ; <i>Nothofagus alpina</i>	Empresas Fourcade, Rolf Brellenthin
17	El Vergel, Angol, IX Región	1996	<i>Juglans regia</i>	Esc. Agrícola El Vergel, Rosana Campos
18	Parcela 11, Collipulli, IX Región	1996 1996	<i>Prunus serotina</i> <i>Prunus serotina</i>	Alicia de Molina
19	Carrizal, Toltén, IX Región	1997	<i>Alnus glutinosa</i> - <i>Alnus cordata</i>	Pilar Echavarrí Otiñano
20	Rinconada, Cunco, IX Región	1999	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Soc. Los Aromos, Leonardo García
21	Lote A, ex Los Aromos, Villarrica, IX Región	1998	<i>Gevuina avellana</i>	Juan Cristóbal Edwards
22	Campamento, Freire - IX Región	1998	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Manfred Possekel
23	San Miguel, Angol, IX Región	1998	<i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Juglans nigra</i> , <i>Castanea sativa</i>	Soc. Agrícola Parant Ltda. Bernardo Parant
24	El Roble, Paillaco, X Región	1998	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Carlos Rudlof Molina
25	La Huella, Osorno, X Región	1998	<i>Liriodendron tulipifera</i>	Agrícola Comercial La Huella Martin Menzel
26	Ainilebu, Los Lagos, X región	2001	<i>Prunus avium</i> (cerezo), <i>Quercus rubra</i> (encino rojo), <i>Castanea sativa</i> (castaño), <i>Quercus robur</i> (encino europeo), <i>Alnus glutinosa</i> (aliso negro), <i>Gevuina avellana</i> (avellano), <i>Embothrium coccineum</i> (notro), <i>Fabiana imbricata</i> (piche)	Agrícola Bos Taurus Ltda. Oscar Prochelle
27	Saval, Valdivia, X Región	2001	<i>Juglans regia</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Municipalidad de Valdivia. Parque Saval

## ANEXO 3. **Literatura consultada**

- Agrobit. [En línea]. Comercio internacional de productos de madera sólida. <[http://www.agrobit.com/Documentos/H\\_1\\_Forestac%5C819\\_madera.pdf](http://www.agrobit.com/Documentos/H_1_Forestac%5C819_madera.pdf)> [Consulta: Diciembre, 2007].
- Consortio ASECAL, S.L. y Mercurio Consultores, S.L. 2007. Estudio de viabilidad técnico-económica para el uso de residuos, derivados de las industrias de aserrío y laminado en los departamentos de Ucayali y Loreto. [En línea]. Proyecto de cooperación UE-Perú en materia de asistencia técnica relativa al comercio. Agencia peruana de cooperación internacional comunidad europea. <<http://www.mincetur.gob.pe/Comercio/ueperu/licitacion/pdfs/Informes/151.pdf>> [Consulta: Marzo, 2008].
- FAO. 2004. El nuevo panorama mundial del comercio de productos madereros. [En línea]. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales, Unasylya 219 Vol. 55, 2004, p 19-26. <<http://www.fao.org/docrep/008/y5918s/y5918s05.htm>> [Consulta: Diciembre, 2007].
- FAO. 2005a. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible. [En línea]. Extensión de los recursos forestales, p. 11-36. <<http://www.fao.org/docrep/009/a0400s/a0400s00.htm>> [Consulta: Diciembre, 2007].
- FAO. 2005b. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible. [En línea]. Funciones productivas de los recursos forestales, p. 75-93. <<http://www.fao.org/docrep/009/a0400s/a0400s00.htm>> [Consulta: Diciembre, 2007].
- FAO. 2005c. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible. [En línea]. Funciones socioeconómicas, p. 107-127. <<http://www.fao.org/docrep/009/a0400s/a0400s00.htm>> [Consulta: Diciembre, 2007].
- INFOR. 2005. Visualizando la cosecha de madera de castaño. Cartilla N°6, septiembre 2005, Red del Castaño INFOR.
- Loewe, V. 2003. Arboricultura para producción de madera de alto valor. Una Nueva Alternativa Productiva para el Sector Silvoagropecuario Chileno. INFOR-FIA, 56 p.
- Loewe, V. 2004. Perspectivas de desarrollo de la arboricultura para producción de madera de alto valor en Chile. INFOR-FIA. 295 p.
- Loewe, V. y González, M. 2001. Nogal común (*Juglans regia* L.), una alternativa para producir madera de alto valor. INFOR-FIA. 165 p.
- Loewe, V. y González, M. 2003. Nogal común, un activo mercado. Revista Chile Forestal 298:10-13.
- Loewe, V. y González, M. 2007. Plantaciones mixtas: un sistema agroecológico productivo, rentable y sustentable. Resumen del II Congreso Brasileiro de Agroecología, Revista Brasileira de Agroecología, v.2, n.1, febrero 2007.
- Loewe, V., González, M. y Cannata, F. 2007. [En línea]. Estudio comparativo de plantaciones para maderas valiosas en Chile e Italia: ventajas económicas en dos partes del mundo. <[http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:wbQ\\_NfQnQRw\]:xsei.centrogeo.org.mx/vedet/biblioteca/val\\_eco\\_deg/EstCompaMader\\_Vent%2520Eco\\_VE.doc+mercado+de+madera+de+alto+valor&hl=es&gl=cl&pid=bl&srcid=ADGEESh69\\_6y\\_iNTyS9-gvx1yblJcpr4DzzQOoinTKsRIUq1py300EhWIZKBn55hMEFsRA5WXfHFr4SaxBRky3fzrpAZcww0c234jBYEHGKzh-EWMRBoeBZo9N0xpUAvUV89jyzC6esB&sig=AHIEtbRcmOdTdmq1jPinoMctOnCLPVZ4jg&pli=1](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:wbQ_NfQnQRw]:xsei.centrogeo.org.mx/vedet/biblioteca/val_eco_deg/EstCompaMader_Vent%2520Eco_VE.doc+mercado+de+madera+de+alto+valor&hl=es&gl=cl&pid=bl&srcid=ADGEESh69_6y_iNTyS9-gvx1yblJcpr4DzzQOoinTKsRIUq1py300EhWIZKBn55hMEFsRA5WXfHFr4SaxBRky3fzrpAZcww0c234jBYEHGKzh-EWMRBoeBZo9N0xpUAvUV89jyzC6esB&sig=AHIEtbRcmOdTdmq1jPinoMctOnCLPVZ4jg&pli=1)> [Consulta: Diciembre, 2007].



- Metafore. 2004. El Mercado de las Maderas Tropicales en Estados Unidos: Panorama General. [En línea].  
<http://www.iiap.org.pe/promamazonia/sbiocomercio/Upload%5CLineas%5CDocumentos/85.pdf> [Consulta: Diciembre, 2007].
- OIMT, 2007. Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas del mundo. Organización Internacional de las maderas tropicales 2007. 196 p.
- OIMT, 2008. Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas. Organización Internacional de las maderas tropicales 2008. 212 p.

## ANEXO 4. **Documentación disponible y contactos**

---

El presente documento, su ficha correspondiente y los informes finales de los proyectos precursores se encuentran disponibles como PDF, en el sitio Web de FIA “Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario” (<<http://experiencias.innovacionagraria.cl>>), al cual también puede ingresar desde la página de inicio del sitio Web institucional, desde la opción “Experiencias de Innovación de FIA” (<[www.fia.gob.cl](http://www.fia.gob.cl)>).

Contacto: [fia@fia.cl](mailto:fia@fia.cl)