



INFOR
Instituto Forestal

INFORME FINAL

PROYECTO FIA

**SILVICULTURA DE ESPECIES NO
TRADICIONALES: UNA MAYOR
DIVERSIDAD PRODUCTIVA**

Santiago, Chile
Septiembre de 1998

INFORME FINAL

PROYECTO FIA

SILVICULTURA DE ESPECIES NO TRADICIONALES: UNA MAYOR DIVERSIDAD PRODUCTIVA

Verónica Loewe M.
Manuel Toral I.
Marta González O.
Gabriel Pineda B.
Claudia Delard R.
Mónica Subiri P.
María Eugenia Camelio R.
Alejandra Mery A.
Jorge Cabrera P.
Claudia López L.
Elizabeth Urquieta N.
Paulina Fernández Q.
Rogers Carrasco G.
Patricio Mery M.
Aldo Salinas R.
Fernando Andrade V.

INDICE

I.	ANTECEDENTES GENERALES	1
II.	RESUMEN	2
III.	TEXTO PRINCIPAL	3
1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	OBJETIVOS	5
2.1.	Objetivo General	5
2.2.	Objetivos Específicos	5
3.	METODOLOGÍA	6
3.1.	Seleccionar especies promisorias	6
3.2.	Determinar las características y requerimientos ecológicos de las especies	6
3.3.	Modelos culturales idóneos para las especies seleccionadas	7
3.3.1.	Planificación de ensayos de terreno	7
3.3.2.	Obtención de semillas	7
3.3.3.	Producción de plantas	8
3.3.4.	Selección de sitios para el establecimiento de ensayos	8
3.3.5.	Establecimiento de los ensayos	9
3.3.6.	Cuidados culturales	9
3.3.7.	Mediciones y evaluaciones de crecimiento	10
3.4.	Determinar las zonas potencialmente aptas para el desarrollo de las especies	10
3.5.	Determinar características de las maderas de algunas especies	11
3.6.	Evaluaciones económicas de las especies seleccionadas	13
3.6.1.	Definir tecnologías de producción y productos generados	13
3.6.2.	Determinar costos totales por actividad y opciones tecnológicas	13
3.6.3.	Definir precios de productos forestales e ingresos totales	14
3.6.4.	Realizar evaluación de rentabilidad privada	14
3.6.5.	Realizar evaluación de rentabilidad social	15
3.6.5.1.	Definir el precio social de los productos e insumos	15
3.6.5.2.	Definir el precio social de la mano de obra	15
3.6.5.3.	Definir tasa social de descuento	17
3.6.5.4.	Definir indicadores de la evaluación social	17
3.7.	Realizar análisis preliminares de usos y mercado de la madera en estudio	17
3.8.	Difusión de los resultados	18
3.9.	Realizar investigación complementaria	18
3.9.1.	Exploración de usos alternativos del fruto de avellano (<i>Gevuina avellana</i> Mol.) en chocolatería y pastelería	18
3.9.2.	Estudio de variabilidad genética entre familias y orígenes de nogales seleccionados	20
3.9.3.	Estudio preliminar de compatibilidad inter e intraespecífica	20
3.9.4.	Recopilación de antecedentes de rodales de especies no tradicionales	21
4.	RESULTADOS	21
4.1.	Selección de especies promisorias	21
4.2.	Determinar las características y requerimientos ecológicos de las especies	22
4.3.	Especificar modelos culturales idóneos para las especies	69
4.3.1.	Ensayos de terreno instalados	69

4.3.2.	Semillas obtenidas	70
4.3.3.	Plantas	71
4.3.4.	Ensayos establecidos en cada temporada	71
4.3.5.	Cuidados culturales efectuados	76
4.3.6.	Mediciones y evaluaciones de crecimiento efectuadas	78
4.4.	Determinar las zonas potenciales aptas para el desarrollo de las especies	79
4.5.	Determinar las características de las maderas de algunas especies	87
4.6.	Evaluación económica de las especies seleccionadas	93
4.7.	Análisis preliminares de usos y mercados de las maderas en estudio	97
4.8.	Difusión de resultados obtenidos	99
4.8.1.	Publicaciones	99
4.8.1.1.	Folleto Divulgativo sobre Arboricultura	99
4.8.1.2.	Monografías	99
4.8.1.3.	Cartillas divulgativas simples	100
4.8.1.4.	Artículo en Revista del Campo del diario El Mercurio	100
4.8.1.5.	Otras publicaciones	100
4.8.2.	Presentaciones en Seminarios	100
4.8.2.1.	Seminario Internacional de Zonas Áridas y Semiáridas	100
4.8.2.2.	XVI Jornadas Forestales	101
4.8.3.	Capacitación a beneficiarios	101
4.8.3.1.	Charlas de Difusión acerca de la Gira Tecnológica sobre Silvicultura de Especies Forestales y Frutoforestales a Estados Unidos y a Francia e Italia	101
4.8.3.2.	Día de campo del Nogal (<i>Juglans regia</i>)	102
4.8.3.3.	Capacitación a personal del proyecto	104
4.8.3.4.	Otras charlas	104
4.9.	Investigación complementaria	105
4.9.1.	Exploración de usos alternativos del fruto de avellano (<i>Gevuina avellana</i> Mol.) en chocolatería y pastelería	105
4.9.2.	Estudio de variabilidad genética entre familias y orígenes de nogales seleccionados	105
4.9.3.	Estudio preliminar de compatibilidad inter e intraespecífica	106
4.9.4.	Recopilación de antecedentes de rodales de especies no tradicionales	108
4.9.5.	Formulación de nuevos proyectos	109
4.9.5.1.	Proyecto "Estudio de la estructura genética de poblaciones de castaño (<i>Castanea sativa</i>) para realizar programas de conservación del germoplasma, explotación productiva y mejoramiento genético"	109
4.9.5.2.	Proyecto "Estudio de la estructura genética de poblaciones de castaño (<i>Castanea sativa</i>) y nogal (<i>Juglans regia</i>) para su aplicación en programas de mejoramiento genético, e individuación de modelos de cultivo aplicables a especies nobles"	110
4.9.5.3.	Convenio de colaboración con ARF	111
4.9.5.4.	Proyecto FIA II	112
4.9.5.5.	Proyecto FONDEF	112
4.9.5.6.	Proyecto PRODECOP- SECANO	112
4.9.6.	Giras Tecnológicas	113
4.9.6.1.	Gira tecnológica sobre Silvicultura de Especies Forestales y Frutoforestales de Alto Valor - USA	113

4.9.6.2. Gira tecnológica sobre Silvicultura de Especies Forestales de Alto Valor - Argentina.....	113
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	114
5.1. Selección promisorio de especies	114
5.2. Características y requerimientos ecológicos de las especies.....	114
5.3. Especificación modelos culturales.....	114
5.4. Determinar las zonas aptas para el desarrollo de las especies.....	116
5.5. Determinar las características de las maderas de algunas especies	119
5.6. Realizar evaluación económica de las especies.....	120
5.7. Difundir los resultados obtenidos.....	122
6. PROBLEMAS ENFRENTADOS	123
6.1. De gestión.....	123
6.2. Administrativos	123
6.3. Legales	124
6.4. Técnicos	124
6.4.1. Características y requerimientos ecológicos de las especies	124
6.4.2. Especificación de modelos culturales.....	124
6.4.3. Determinar las zonas potencialmente aptas para el desarrollo de las especies.....	125
6.4.4. Determinar las características de las maderas de algunas especies.....	125
6.4.5. Realizar evaluación económica de las especies	125
6.4.6. Difundir los resultados obtenidos.....	126
7. CONCLUSIONES	127

I. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre del Proyecto	:"Silvicultura de especies no tradicionales: una mayor diversidad productiva"
Código	: A94-O-S-044
Región	: V, RM, VI, VII, VIII, IX y X
Fecha de aprobación o adjudicación:	Julio de 1995, fecha de contrato
Agente Ejecutor	: Instituto Forestal
Coordinador del Proyecto	: Verónica Loewe Muñoz
Costo Total	: 371.685.000 (sin reajuste)
Aporte del FIA	: 150.000.000 (sin reajuste); 40,4 % del costo total
Periodo de ejecución	: Julio de 1995 – Septiembre de 1998

II. RESUMEN

Entre los años 1992 y 1998, INFOR ha ejecutado el proyecto titulado "Silvicultura de Especies no Tradicionales: Una Mayor Diversidad Productiva", cuyo objetivo general es la promoción de la diversificación silvícola del sector forestal mediante el estudio de especies de alto valor, promisorias para Chile.

Dicho proyecto surgió ante la necesidad de diversificar el sector forestal, tanto en cantidad de especies "protagonistas", como en las técnicas a aplicar en su manejo, considerando que este sector puede realizar un importante aporte al proceso de transformación del sector agrícola chileno.

Las razones que impulsan a promover la diversificación se encuentran en elementos de economía y de política forestal, ya que ella permite repartir y limitar los riesgos fitosanitarios y abióticos, distribuyéndolos en el espacio y en el tiempo; además, permite de contener los riesgos económicos, enfrentando de mejor manera eventuales cambios y depresiones de los mercados; también permite maximizar el uso de cada sitio, conjugando ecología y economía; y emplear cultivos de interés económico adicionales a los tradicionalmente utilizados. Por otra parte, es pertinente debido a la vasta gama de ambientes de que dispone Chile, y porque abre la posibilidad de conquistar nichos de mercado específicos para productos de alto valor.

El proyecto, además de diversificar respecto de las especies empleadas, innova en cuanto a la técnica de manejo utilizada, adoptando la arboricultura, que es una técnica desarrollada en Europa como una nueva forma de cultivo que trabaja a nivel de árbol individual; se centra en especies de crecimiento relativamente rápido, exigentes edáfica y climáticamente, cuyas maderas son de alto valor y cuya producción puede ser combinada con la producción de frutos en ciertos casos o con otros cultivos, agrícolas y/o forestales.

A la fecha, se han obtenido interesantes resultados en el ámbito de los antecedentes generales, requerimientos ecológicos y distribución potencial en Chile, manejo silvícola, características de maderas y análisis económico. Asimismo, se ha establecido una red de ensayos que constituye una base para el manejo de estas especies en nuestro país y para la adopción de la arboricultura como técnica de manejo forestal.

III. TEXTO PRINCIPAL

1. INTRODUCCIÓN

Chile ha experimentado en los últimos años un fuerte crecimiento del sector forestal basado principalmente en el incremento de la superficie destinada a plantaciones, utilizando principalmente dos especies. Asimismo, el desarrollo forestal del país se ha concentrado fuertemente en el segmento de empresas forestales y grandes propietarios, pero en muy pequeña escala en aquellos pequeños y medianos.

Además, los sistemas de plantación y los esquemas de manejo existentes se ajustan a plantaciones masivas orientadas a la producción de biomasa a gran escala, basada en monocultivos que conllevan dificultades de índole económico - social y otros riesgos asociados.

Tomando en cuenta las tendencias del mercado mundial y considerando que la producción nacional está enfocada principalmente hacia el comercio exterior, resulta oportuno efectuar las siguientes consideraciones:

- El mercado internacional está siendo cada vez más condicionado por fuertes presiones ecologistas y conservacionistas, que afectan principalmente el mercado de maderas tropicales, y la obtención de productos mediante procesos contaminantes; cada vez hay mayor sensibilidad acerca de temas como la biodiversidad y la influencia de la deforestación en los cambios climáticos a escala mundial. Por ello, al menos en Europa y Norteamérica, se está empezando a exigir que la madera importada provenga de bosques manejados en forma sostenible. Como una muestra de lo anterior podrían considerarse las restricciones a la importación de maderas de bosques templados, impuestas por los Estados Unidos durante 1997.
- La oferta de maderas blandas o coníferas, proviene principalmente del hemisferio norte, la cual se destina casi totalmente a fines industriales.
- Existe una demanda insatisfecha por maderas duras o latifoliadas, lo que representa una importante alternativa futura para el sector forestal chileno.
- Cabe señalar que la demanda de maderas de calidad es siempre constante, y la oferta escasa y decreciente. Sumado a lo anterior es interesante notar que con maderas de calidad la cantidad mínima transable es baja, del orden de 25 m³ (Picard, 1994).
- En Europa se ha producido un alza de los precios de las maderas de especies nobles debido a la escasa oferta; este recurso es destinado principalmente a la industria de muebles y decoración. Por la baja oferta interna, se ha verificado un flujo de importaciones desde el Este de Europa y desde otros países.

- En respuesta a lo anterior surgió en Europa hace algunas décadas la arboricultura, que es una técnica silvicultural dedicada al cultivo de especies latifoliadas, de crecimiento relativamente rápido, exigentes edáfica y climáticamente, pero cuyas maderas son de alta calidad y valor. A la fecha, en dicho continente se están forestando terrenos agrícolas mediante importantes subsidios, con el fin de disminuir los excedentes de este sector y a la vez satisfacer los déficits de maderas valiosas.
- Las plantaciones apuntan a acumular reservas propias de madera de calidad y permiten disminuir la presión sobre las especies nativas (Loewe, 1995).
- Desde un punto de vista nacional, el poseer plantaciones diversificadas permitiría enfrentar de mejor manera eventuales cambios y depresiones en los mercados, como la actualmente en curso.

Con relación a lo anteriormente expuesto, el Gobierno ha tomado conciencia de la necesidad de diversificar el sector forestal productivo, tanto en cantidad de especies “protagonistas”, como en las técnicas a aplicar, considerando que el sector forestal puede realizar un aporte importante al proceso de transformación del sector agrícola chileno, incorporando a entidades públicas y privadas, tales como CONAF, INFOR, Universidades, Asociaciones Gremiales, Empresas Forestales, y pequeños y medianos propietarios, junto a otros, a esta actividad.

Dentro de este contexto, el Instituto Forestal viene desarrollando desde la década de los '60 importantes trabajos en el tema, comenzando con el proyecto “Introducción de Especies”. Posteriormente a principios de los años '90, considerando las tendencias mundiales y los trabajos realizados en Europa con especies de alto valor, se inició el proyecto titulado “Silvicultura de Especies no Tradicionales: Una Mayor Diversidad Productiva” en el cual se considera un trabajo a nivel de árbol individual, aplicando el concepto de Arboricultura y adaptándolo a la situación específica de nuestro país, conducente a detectar y estudiar especies de interés económico, tanto nativas como exóticas, que contribuyan a la diversificación forestal de Chile.

Esta iniciativa se concretó como un proyecto financiado por la Corporación de Fomento (CORFO), y desde 1995 se incorporaron recursos de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y del Fondo para Programas y Proyectos de Investigación de Servicio en Interés Público (FONSIP).

Como resultado de esta investigación se espera incentivar, con base en antecedentes científicos, la diversificación silvícola del sector forestal, fomentando especies con un alto potencial económico por su madera de alto valor, y en algunos casos también con ingresos intermedios producto de la cosecha de frutos, redundando en beneficios económicos y ecológicos, mejorando la calidad ambiental y disminuyendo las pérdidas por plagas y enfermedades; por otra parte existen externalidades positivas de índole estratégica, permitiendo una mayor elasticidad para enfrentar eventuales cambios de los mercados.

Todo esto, utilizando especies aptas para diferentes zonas ecológicas, de las cuales Chile es un país rico y muy variado.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

El objetivo general del proyecto es promocionar la diversificación silvícola del sector forestal nacional, con base en antecedentes científicos, mediante el empleo de especies de alto potencial económico y ecológico, cuyas características, silvicultura y manejo sean conocidos, y que a la vez posean precios y mercados - objetivo promisorios.

2.2. Objetivos Específicos

- 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.
- Especificar modelos culturales idóneos para cada una de las especies.
- Determinar zonas potencialmente aptas para el desarrollo de las especies.
- Determinar características de las maderas de algunas de las especies en estudio.
- Realizar evaluaciones económicas de las especies seleccionadas.
- Realizar análisis preliminares de usos y mercados de las maderas en estudio.
- Difundir los resultados obtenidos.
- Desarrollar investigación complementaria al proyecto.

3. METODOLOGÍA

Para cada uno de los objetivos planteados en el proyecto, la metodología se desarrolló basándose en actividades de oficina y terreno, coordinadas a través de reuniones técnicas periódicas, abarcando planificación, recopilación de información y procesamiento de ella.

3.1. Seleccionar especies promisorias

Considerando la gran cantidad de ensayos y unidades instaladas por el Instituto Forestal desde sus inicios (1962) dentro del Programa de Introducción de Especies, cuyo objetivo principal fue la identificación de especies y de procedencias de interés comercial que pudieran contribuir al desarrollo del sector forestal, y los ensayos instalados en estos últimos años en otros programas y líneas de investigación, se procedió a realizar una evaluación y procesamiento de las bases de datos de dicho proyecto.

El objetivo principal fue seleccionar las especies de mayor interés aparente para el desarrollo forestal del país en base a antecedentes de crecimiento tanto en Chile como en su país de origen, privilegiando aquellas que presentaron los mayores volúmenes e incrementos anuales, y considerando a la vez información de mercado y usos potenciales.

Esto fue apoyado y complementado con una serie de reuniones técnicas con profesionales involucrados en el quehacer forestal del sector privado y público, considerados expertos en el tema.

Luego de este análisis fueron seleccionadas 17 especies, incluyendo dos nativas.

3.2. Determinar las características y requerimientos ecológicos de las especies

Para las 17 especies seleccionadas se realizó una exhaustiva recopilación de información nacional (bibliográfica y de terreno), en bibliotecas de Universidades, CONAF, Institutos Tecnológicos y otros. También se consideró la recopilación de información internacional por medio de contactos con Institutos y Universidades extranjeras, Internet, y otros medios. Se abarcaron los siguientes tópicos por especie:

- Antecedentes generales (características de cada especie, distribución natural, aspectos reproductivos, genéticos y otros).
- Requerimientos ecológicos (suelo, clima, altitud, exposición)
- Plagas y enfermedades (bióticas) y daños por agentes abióticos.
- Producción (características de los productos, producción nacional, producción mundial)
- Usos, precios y mercados.

Toda esta información se procesó y concentró en un documento, con el objeto de disponer en un formato adecuado toda la información necesaria y así orientar finalmente a profesionales, técnicos e interesados en general para conocer y utilizar las especies seleccionadas.

3.3. Modelos culturales idóneos para las especies seleccionadas

3.3.1. Planificación de ensayos de terreno

En base a:

- Una extensa recopilación de antecedentes bibliográficos, tanto nacionales como del extranjero, referente a las técnicas de establecimiento y manejo de plantaciones de estas especies,
- Evaluación de las mismas en el caso que éstas existiesen en Chile, y
- Consulta a expertos que conocieran de su manejo en países donde tradicionalmente se cultivan,

se definieron diferentes tipos de ensayos para cada especie y distintas localidades, evaluadas a través de las áreas potenciales de cultivo determinadas por el Sistema de Información Geográfica (SIG).

El objetivo es la instalación de ensayos para cada especie, en pequeñas superficies (0,5 - 2 hectáreas) de terrenos particulares pertenecientes a empresas, universidades, propietarios privados y campesinos, representando diferentes condiciones ecológicas presentes entre la IV y X regiones.

De este modo, durante el proyecto fueron instalados ensayos de procedencia, distanciamiento, progenie de polinización abierta y otros. También se instalaron plantaciones mixtas que permitirán a futuro conocer el comportamiento de distintas agrupaciones de especies y arreglos espaciales.

3.3.2. Obtención de semillas

Para el aprovisionamiento de semillas, en primer término se definieron las procedencias de mejor adaptabilidad a nuestro país, dadas por una parte por las homologías climáticas y por la definición digital de las zonas potenciales de cultivo.

Posteriormente se procedió a comprar semillas a proveedores nacionales de experiencia reconocida tales como universidades, centros acopiadores y viveros particulares.

También se consideró la importación de semillas contratando los servicios de empresas europeas y norteamericanas del rubro, las que a su vez se abastecen a través de intermediarios en todo el

mundo. Se cumplieron las normas que el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) exige para la internación de material vegetal (certificados fitosanitarios del país de origen y la aplicación de tratamientos preventivos por medio de fungicidas y pesticidas específicos).

Un tercer método para el aprovisionamiento de semillas, fue la colecta directa desde árboles fenotípicamente sobresalientes, en base al cumplimiento de diversos requisitos específicos, como poco ramosos, fuste relativamente recto, incrementos diamétricos mínimos de 2 cm, entre otros.

3.3.3. Producción de plantas

La viverización se realizó en los viveros del Instituto Forestal en Santiago y Concepción y a través de convenios de producción con viveros particulares o institucionales.

Un tercer mecanismo fue la adquisición de plantas producidas en viveros particulares, como aconteció con la mayoría de las especies plantadas en la temporada 1998, estrategia que responde a una política institucional.

3.3.4. Selección de sitios para el establecimiento de ensayos

Una importante actividad desarrollada durante el proyecto fue la selección de sitios en los que se instalaron los ensayos. Para ello se definió un procedimiento que consideró en una primera etapa contactar directamente a propietarios; y en una segunda etapa llamar a concurso a propietarios interesados en el establecimiento de unidades experimentales con especies no tradicionales.

Este último mecanismo fue aplicado durante la temporada 1998, con el objeto de disminuir problemas de sobrevivencia en ensayos que no fueron eficientemente cuidados y, para canalizar y cubrir mejor las expectativas del público objetivo del proyecto.

Una vez recibida la solicitud por parte del interesado se visitaron predios preseleccionados, es decir, aquellos de los que se tuvo más y mejor información y que cumplieran con los requisitos; que cuentan con acceso permanente y con facilidades de mano de obra y de fuentes de agua para satisfacer los requerimientos hídricos de las plantas, sobretodo durante las primeras temporadas.

Con la apreciación global de las condiciones de cada sitio disponible y los requerimientos de las especies consideradas, fueron seleccionados los mejores predios para cada una de ellas.

Por último, en cada caso fueron establecidos convenios de colaboración entre INFOR y los propietarios en los que se normó respecto de las responsabilidades y atribuciones, y de los aportes que cada parte se obligaba a entregar, así como el período de vigencia del mismo, y la repartición de los frutos cuando correspondiera, entre otros. En Anexo 1 se presenta un ejemplo de convenio.

3.3.5. Establecimiento de los ensayos

Una vez concluida la etapa anterior, se procedió a la instalación de los ensayos, lo cual requirió de una cuidadosa programación de actividades debido a la cantidad de ensayos establecidos en localidades muy diferentes.

Sin embargo, los ensayos que fueron instalados durante la última temporada implicó cambiar la estrategia operativa, llamando a concurso a contratistas regionales. A través de un proceso de selección se optó por trabajar con 6 profesionales y/o empresas agroforestales con experiencia en el establecimiento y manejo de plantaciones experimentales. En Anexo 2 se presenta un ejemplo de contrato de prestación de servicios a contratistas.

Con esta modalidad, el equipo de trabajo se abocó a realizar las gestiones tendientes a la elaboración de los contratos respectivos, coordinar el aporte de los propietarios y suministrar diversos insumos y materiales tales como plantas, geles de plantación, trozos de polietileno para la instalación de mulch, fertilizantes; postes, mallas y alambres para cercar.

3.3.6. Cuidados culturales

Una vez establecidas las unidades experimentales se realizó una serie de actividades conocidas como cuidados culturales, que contemplaron:

- Controles periódicos de malezas.
- Fertilización de establecimiento y enmiendas para controlar la acidez del suelo.
- Riegos de emergencia durante el periodo estival en los primeros años de la plantación.
- Aplicación de insecticidas cuando se verificaron ataques.
- Replantes, y
- Podas de formación, desyeme y levante de copas.

En este ámbito, es importante destacar que en algunos casos se contrató la asesoría de expertos, como fueron los estudios solicitados sobre la aplicación de fertilizantes y control de malezas a la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Con ello se mejoró la oportunidad y eficacia de los minerales y agroquímicos específicos para las situaciones.

Por otra parte, para lograr los resultados esperados en términos del crecimiento de nogal, INFOR solicitó una asesoría sobre riego para definir los requerimientos hídricos; y es así que el uso de tensiómetros contribuyó a definir la oportunidad y monto de riego necesarios para la especie.

Algunos de estos trabajos deberán realizarse periódicamente en el futuro, como es el caso de las podas de levante de copas y los desyemes que se estiman necesarios durante las primeras cinco temporadas. A lo anterior se debe agregar los cuidados culturales que deberán realizarse desde esta primavera en todos los ensayos instalados durante esta temporada. En el Anexo 3 se presenta el calendario de actividades para los próximos 5 años en cada ensayo.

3.3.7. Mediciones y evaluaciones de crecimiento

Como una actividad recurrente durante la ejecución del proyecto, y que debe prolongarse en el tiempo, fue definida la evaluación de variables de estado cuantitativas y cualitativas que describen el comportamiento de las plantaciones. De esta manera, se midió el primer año, para determinar principalmente sobrevivencia y estado inicial de plantas; luego se evaluó el segundo y tercer año una vez por temporada, y en adelante se prevé medir los ensayos a los 5, 8, 10, 15, 20, 25 y 30 años.

Entre las variables cuantitativas se consideró la medición de:

- sobrevivencia.
- altura total (m).
- diámetro del cuello (cm) en los primeros años y,
- diámetro a la altura del pecho (DAP; cm) en periodos futuros.

Con respecto a las variables cualitativas, en cada medición se calificó:

- El estado de cada planta (normal, quebrada o cortada, rebrotada, ausente por causa desconocida o muerta).
- Replante (normal o planta de relleno) para contemplarlo en las evaluaciones de crecimiento.
- Rectitud (árbol recto, con curvatura sobre o bajo la media, o árbol curvado).
- Flecha (una, bifurcado o multiflecha) y,
- Daño (sin daño, daño antrópico, por animal, por hongo, por insecto, por viento, por sequía, por helada, por granizo o nieve, por toxicidad por fertilizantes o herbicidas, por sol, por deficiencia nutricional, por shock de plantación, o daño inespecífico).

3.4. Determinar las zonas potencialmente aptas para el desarrollo de las especies

Para determinar las zonas potenciales de plantación de una especie, desde un punto de vista edáfico y climático fue necesario conocer las características de la zona en estudio y las de la especie:

- Se consideró como zona de estudio la V a X Regiones, refiriéndose principalmente a los aspectos del clima tales como precipitación, humedad relativa, evapotranspiración potencial, temperaturas medias y extremas, meses secos, etc., y características del suelo tales como drenaje, textura, profundidad y otras que puedan tener un especial interés; en resumen, aquellas que identifican el área.
- En cuanto a la especie, son aquellos requerimientos edáficos, climáticos o altitudinales, que puedan significar un detrimento en el crecimiento o que definitivamente anulen la posibilidad de su establecimiento.

Una vez determinadas ambas características se procedió al análisis de ellas con la asistencia de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y de Bases de Datos Relacionales, donde se estudiaron los

distintos factores, con el objetivo de identificar las zonas en que las condiciones son favorables para las especies, según los requerimientos de las mismas.

Los antecedentes de las necesidades edáficas y climáticas de las especies fueron ingresadas en la base de datos relacionada, la que a través de preguntas de restricciones, entregó las zonas en las que las condiciones son favorables para la especie. Los resultados de las consultas a las bases de datos fueron modelados en el SIG obteniéndose la zona potencial apropiada según las condiciones impuestas.

Para la obtención de las características del área de estudio se realizó una revisión bibliográfica de suelos, zonificaciones climáticas y antecedentes topográficos. La escala fue variable aunque predominó 1:250.000.

En la identificación de los requerimientos de las especies se consultó bibliografía tanto nacional como extranjera, de manera de realizar una caracterización lo más completa posible de la especie.

La representación gráfica de los resultados, mapas de zonas potencialmente aptas para el desarrollo de las especies, fue a escala 1:500.000.

Estas superficies fueron corregidas considerando la presencia de plantaciones forestales, bosque nativo y áreas silvestres protegidas, las que han sido incorporadas al Sistema de Información Geográfica. Los antecedentes de plantaciones forestales y de bosque nativo provienen de proyectos ejecutados por el Instituto Forestal.

3.5. Determinar características de las maderas de algunas especies

Para la realización de este objetivo se procedió a obtener maderas de las especies con las que se iba a trabajar, para posteriormente ser analizadas.

En el primer semestre de 1996, se procedió a colectar muestras de Castaño y Nogal común.

En el caso de Castaño se seleccionaron 10 árboles de un rodal ubicado en el predio Voipir en Villarrica, IX Región, los que fueron volteados y posteriormente seccionados en trozas para sacar las muestras que fueron analizadas por la División Industrias del Instituto Forestal en condiciones verde ($CH > 30\%$) y seco ($CH \approx 12\%$).

En el caso del Nogal colectado en el año 1996 en la comuna de Pirque, Región Metropolitana, este no pudo ser analizado oportunamente por requerimientos de la empresa que realizaría el análisis de foliado. Posteriormente, la Universidad Austral por medio del Instituto de Tecnología de Productos Forestales, realizó ensayos para evaluar las propiedades en estado seco.

Para disponer de la información de Nogal común en estado verde, en el año 1998 se procedió a cosechar árboles en un predio ubicado en Los Lirios, VI Región, los que fueron analizados por el mismo centro tecnológico.

Con relación a Aliso común (*Alnus glutinosa*) y Sicomoro (*Acer pseudoplatanus*), la Universidad Austral de Chile vendió al Proyecto árboles procedentes de ensayos y unidades demostrativas, con el objeto de realizar los análisis respectivos.

La metodología utilizada fue la siguiente:

- **Determinación de Contenido de Humedad**

Las Mediciones de Contenido de Humedad se realizaron siguiendo el procedimiento de secado en estufa.

Las muestras se pesaron en su condición húmeda y luego se dejaron en estufa de secado a una temperatura de 103 ± 2 °C hasta que alcanzaran peso constante. Seguidamente se volvieron a pesar. Los pesos húmedos y anhidros se utilizaron para hacer el cálculo de contenido de humedad que se expresa como porcentaje de la condición anhidra.

- **Determinación de la Densidad**

Las mediciones se refieren a la densidad anhidra y la densidad básica.

La densidad anhidra se determinó con las muestras en condición anhidra. El peso se determinó con una balanza de precisión y el volumen por desplazamiento de agua utilizando para ello las muestras impregnadas en parafina sólida.

La densidad básica se midió registrando el peso anhidro. El volumen por su parte fue determinado empleando el procedimiento de Arquímedes.

- **Determinación de Propiedades Mecánicas**

Los ensayos mecánicos consistieron en la determinación de flexión estática, compresión, tracción normal, tenacidad, cizalle, clivaje, dureza y extracción de clavos. Las condiciones de las muestras fueron en estado verde y al 12 % de contenido de humedad.

Los ensayos de madera al estado verde se efectuaron con la madera sin ninguna climatización. Por su parte los ensayos al 12 % de contenido de humedad necesitaron de probetas que debieron ser climatizadas hasta alcanzar dicho valor, motivo por el cual tales análisis quedan pendiente.

Los ensayos de flexión, compresión paralela y tenacidad se realizaron de acuerdo a las normas DIN 52186, 52185 y 52189 respectivamente. Las determinaciones de compresión perpendicular, clivaje, tracción perpendicular, cizalle, extracción de clavos y dureza según Janka, se efectuaron siguiendo los procedimientos recomendados por las normas chilenas INN 974, 977, 975, 976, 979 y 978 respectivamente.

3.6. Evaluaciones económicas de las especies seleccionadas

El objetivo fue el desarrollar el problema económico y social de la diversificación y evaluar en términos privados y sociales la rentabilidad de un conjunto de especies. Esta actividad fue subcontratada a la Universidad Austral y apoyada por expertos de INFOR.

La metodología general utilizada para la realización de la evaluación privada y social de las especies se señala a continuación.

3.6.1. Definir tecnologías de producción y productos generados

Se especificaron tres tecnologías de producción alternativas, con sus correspondientes funciones de rendimiento y productos generados. Primero, se definió una tecnología de alto nivel para producir madera de alta calidad, apropiada para zonas de buenos a muy buenos sitios. En segundo término se definió una opción tecnológica menos intensiva que la anterior, adecuada para sitios de menor calidad. Finalmente, se define una opción tan intensiva en tecnología como la primera, pero orientada a la producción de frutos y madera.

Luego, cada opción tecnológica se definió en torno a las actividades que le dan forma. Se estructuraron así, opciones tecnológicas definidas por el establecimiento y silvicultural orientadas a producir madera de calidad a una edad de cosecha determinada por un diámetro objetivo.

Posteriormente se relacionó cada opción tecnológica con supuestos básicos de rendimiento, lo que se tradujo finalmente en una función de producción específica, tanto en volumen bruto como en volúmenes por tipos de productos. Para estos efectos, se estructuró una matriz simple de productos, representativa de un mercado diferenciado en productos de diversa calidad.

Se optó por tres categorías genéricas de productos:

- De alta calidad: trozas podadas con diámetro menor superior a 40 cm o entre 30 y 40 cm.
- De calidad intermedia: trozas con diámetros entre 20 y 30 cm, y
- De calidad inferior: madera para pulpa, leña y otros.

La cuantificación de estos productos se determinó en torno al análisis de rodales de *Pino radiata* con manejo intensivo, encontrándose una buena relación con el diámetro medio del rodal.

3.6.2. Determinar costos totales por actividad y opciones tecnológicas

La determinación de costos por actividad silvícola se estructuró sobre la base de entrevistas a contratistas de la zona de Valdivia, contrastando los costos recopilados con información general de mercado para asegurar que tales cifras se encuentren dentro de un rango aceptable. La información se recopiló registrando el costo total de la actividad, equivalente al precio al cual los

agentes económicos o contratistas, están dispuestos a realizar la actividad; y registrando también costos y rendimientos al nivel de los componentes técnicos que conforman cada labor; en algunas actividades sólo fue posible computar el precio global de la actividad

3.6.3. Definir precios de productos forestales e ingresos totales

Dada la complejidad de definir con precisión los precios de mercado para los productos forestales en cuestión, se optó por trabajar con una estructura de supuestos bastante sencilla. En primer lugar, se definió dos escenarios de precios: internacional y nacional. Es decir, en el primer escenario se supone que un cierto tipo de productos alcanzará los precios internacionales que hoy en día existen para ellos. Y en el segundo escenario, se supone que los productos que se generen no superarán los actuales precios de las maderas en el mercado interno.

Luego, se optó por seleccionar mercados concretos y, basándose en ellos, determinar los precios relevantes. Para el caso del escenario internacional, se seleccionó en base a la información disponible el mercado de exportación - importación entre USA y su principal país comprador para una especie determinada. Para el escenario nacional se seleccionó el mercado de especies como Mañío y Rauli.

3.6.4. Realizar evaluación de rentabilidad privada

La evaluación privada del establecimiento y manejo, en relación con las distintas alternativas tecnológicas, se realizó básicamente en torno a dos indicadores: el valor potencial del suelo y la renta del suelo, cuyas expresiones matemáticas son las siguientes:

$$VPS = \frac{(V_{(1)} - C_0) + \sum (V_{(n)} - C_{(n)}) (1+i)^{t-n}}{(1+i)^t - 1} - C_0$$

$$R = VPS * i$$

donde:

VPS = valor potencial del suelo

R = renta del suelo

$V_{(1)}$ = ingresos netos por cosecha a la edad 1

C_0 = costos de establecimiento

$V_{(n)}$ = ingresos netos por raleo a la edad n

$C_{(n)}$ = costos de intervenciones silvícolas a la edad n

i = tasa de interés

El cálculo de ambos indicadores, por opción tecnológica, se realizó para ambos escenarios de precios, distintas edades de rotación, escenarios económicos y tasas de descuento.

Simultáneamente se realizó un análisis de sensibilidad para identificar las variables de mayor significancia en el resultado final, variando en un $\pm 10\%$ cada una de ellas en forma independiente.

3.6.5. Realizar evaluación de rentabilidad social

La evaluación social se centra en los denominados efectos directos, en este caso factibles de cuantificar y determinar con mayor precisión. Esto principalmente debido a la escasa experiencia en el país con plantaciones de estas especies. En los términos indicados en la evaluación privada de las especies, la determinación de los efectos indirectos e intangibles atribuidos a éstas son más bien de orden especulativo.

En estos términos lo relevante es determinar el precio social de los productos transados internacionalmente, de la mano de obra, de los insumos y la tasa social de descuento.

3.6.5.1. Definir el precio social de los productos e insumos

La diversificación forestal “producirá bienes transables internacionalmente por lo que su precio no podrá verse afectado por la producción del proyecto”. El precio social resulta ser un promedio ponderado del precio de demanda y el precio de oferta del bien producido en el proyecto, el que en este caso corresponde al precio internacional al que se transa el producto y por lo tanto el valor privado de la producción será igual que su correspondiente valor social. Es decir, el precio internacional del producto refleja exactamente el precio social de éste. En la evaluación se definió como el escenario de precio internacional

Para la determinación del costo social del insumo plantas, se utilizó la definición que dice, que este costo proviene de la menor producción de otros bienes como consecuencia de que el proyecto los distrae de esos otros usos o bien, de los recursos que el país debe destinar para satisfacer lo demandado por el proyecto. Para calcular el costo social del insumo plantas, se partió del supuesto que el precio de venta al cual se transa este insumo refleja este costo social, por lo tanto se determinaron los precios de mercado de las plantas, usados en la evaluación privada.

3.6.5.2. Definir el precio social de la mano de obra

Se considera precio social del trabajo, al costo marginal en que incurre la sociedad para emplear un trabajador adicional de cierta calificación.

El criterio unificador respecto de la calificación de la mano de obra es el siguiente:

- Mano de obra calificada: aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución requiere estudios previos o vasta experiencia, por ejemplo: profesionales, técnicos, obreros especializados. Entre estos últimos se debe considerar maestros de primera en general, ya sean mecánicos, electricistas, albañiles, pintores u otros. Actualmente, los proyectos de forestación disponen de escasa mano de obra calificada y sólo en áreas de trabajo específicas. Así se definió la presencia de mano de obra calificada en el desarrollo del proyecto sólo en las actividades mecanizadas, en la cosecha forestal, en la preparación de suelo, raleos y control mecanizado de malezas.
- Mano de obra semi calificada: aquellos trabajadores que desempeñan actividades para las cuales no se requiere estudios previos y que, teniendo experiencia, ésta no es suficiente para ser clasificados como maestros de primera. Esta conformada también por albañiles, pintores, etc. Análogamente también se denominan maestros de segunda. En esta categoría se definió la mayor parte de la mano de obra que demanda el proyecto en el control de manual o químico malezas, fertilización, plantación, podas, etc.
- Mano de obra no calificada: aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución no requiere de estudios ni experiencia previa, por ejemplo: jornaleros, cargadores, personas sin oficio definido. En esta categoría se definió sólo la mano de obra que ejecuta el cercado.

Así el costo social de la mano de obra se obtiene mediante la fórmula que se indica y aplicando los descuentos señalados en el Cuadro 1:

$$PS = g \cdot PB$$

donde:

PS : precio social de la mano de obra.

g : factor de corrección de acuerdo al Cuadro 1

PB : salario bruto o costo para el empleador de la mano de obra (costo privado)

CUADRO 1
FACTOR DE CORRECCIÓN POR CATEGORÍA DE MANO DE OBRA

Categoría de Mano de Obra	Factor de Corrección
Calificada	1,00

Las relaciones de los costos sociales de la mano de obra se tomaron de MIDEPLAN: "Precios Sociales para la Evaluación de Proyectos".

3.6.5.3. Definir tasa social de descuento

La tasa social de descuento representa el costo en que incurre la sociedad cuando el sector público extrae recursos para financiar sus proyectos. Estos recursos se generan en el mayor ahorro (menor consumo), y menor inversión privada y del sector externo. Por lo tanto, depende de la tasa de preferencia intertemporal del consumo, de la rentabilidad marginal del sector privado y de la tasa de interés de los créditos externos.

De esa forma la tasa fijada para el año 1997 y los años siguientes fue de 12 %.

3.6.5.4. Definir indicadores de la evaluación social

Al ajustar cada uno de los ítem indicados se generan nuevos valores en los indicadores económicos, es decir, se forma un Valor Potencial de Suelo y una Renta del Suelo Social para cada una de las especies en los escenarios descritos en la evaluación privada.

3.7. Realizar análisis preliminares de usos y mercado de las maderas en estudio

La metodología utilizada para la realización del estudio de usos y mercado para las especies consideradas en el proyecto, se basó principalmente en recopilar una gran cantidad de información, tanto de las propiedades y características de las maderas, como de volúmenes exportados y principales mercados en el ámbito internacional, desde Internet así como de Centros e Institutos de Investigación y profesionales de distintos países, con el objeto de ampliar la base de datos generadas en torno a ellas.

El material bibliográfico utilizado principalmente fue el siguiente:

Revistas y Simposios:

- Publicaciones de FAO "Productos Forestales".
- Artículos económicos de revistas como: Lignum, Forest Products Journal, Documentos de USA Forest Service, Unasylva.

Material de Internet: se utilizó información de diferentes páginas web

- USDA – Forest Service y sus diversos departamentos.

- USDA – Foreign Agricultural Service.
- Hardwood Review.
- Illinois Dept. Natural Resources Division of Forest Resources; Forestry and Natural Resources.
- New Crop.
- The Great Lakes Chesnut Alliance.

Posteriormente, estos antecedentes fueron procesados y analizados, generando un documento con valiosa información, el que permite tener una base técnica que dilucide la importancia comercial de cada una de las especies consideradas.

3.8. Difusión de los resultados

Para el cumplimiento de este objetivo fueron contempladas actividades de difusión de los conocimientos adquiridos a través de:

- Publicaciones formales
- Realización de cartillas divulgativas
- Realización de días de campo demostrativos
- Realización de videos didácticos
- Realización de giras tecnológicas

Este objetivo contempló además la realización de actividades de capacitación para profesionales, técnicos y público en general, con el objeto de interiorizarlos en la silvicultura de especies no tradicionales.

3.9. Realizar investigación complementaria

3.9.1. Exploración de usos alternativos del fruto de avellano (*Gevuina avellana* Mol.) en chocolatería y pastelería

Para realizar esta investigación se contrató los servicios y asesoría profesional de los señores Luis Matus y Carlos Ravanal, quienes seleccionaron un sector próximo a la ciudad de Lanco, distante 18 km de la ciudad de Panguipulli, con existencia de renovales de Roble - Rauli - Avellano con el objeto de explorar el uso de fruto de avellano en chocolatería y pastelería artesanal, y realizar un sondeo del mercado nacional para dimensionar sus perspectivas de desarrollo.

Se realizaron dos cosechas en distintos períodos: entre el 15 de marzo y el 4 de abril, y desde fines de marzo al 20 de mayo (Figura 1). El material se transportó a Santiago donde se caracterizó en términos de peso y contenido de humedad, principalmente. Posteriormente los frutos se partieron, primero eliminando la testa leñosa con un alicate, después desprendiendo la cutícula mediante la aplicación de temperatura.

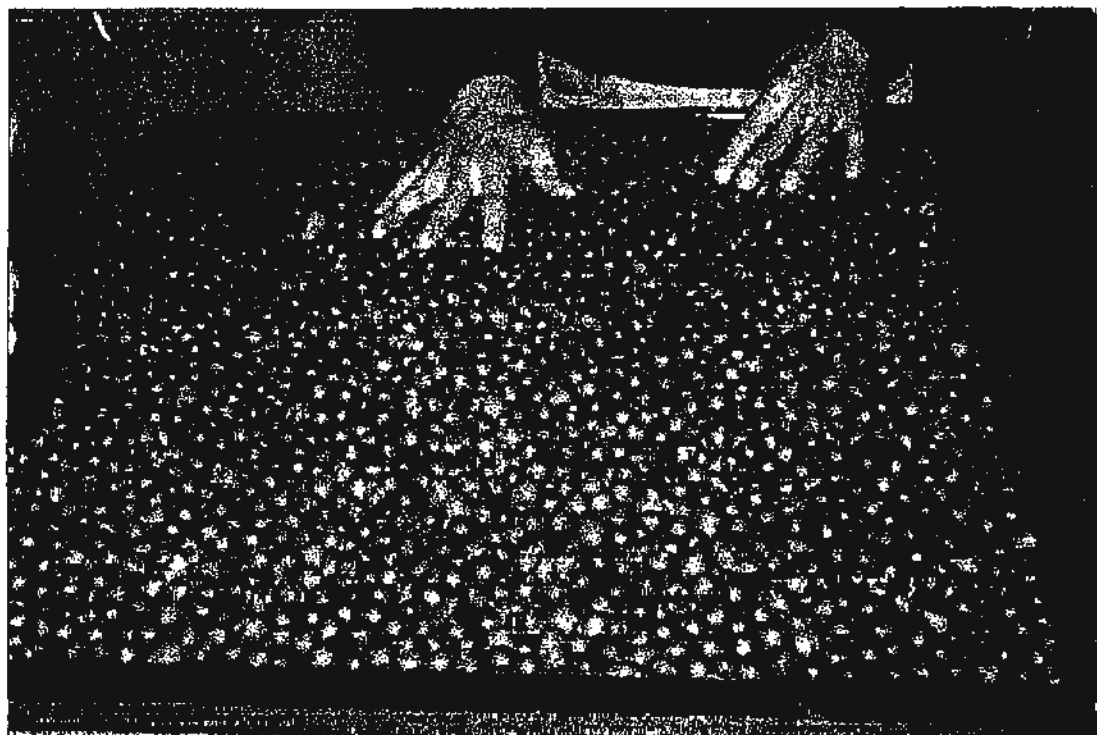


Figura 1: Frutos de Avellano chileno (*Gevuina avellana*)

El proceso siguiente fue el blanqueo de los frutos, que se realizó sumergiendo las semillas en agua hirviendo. Una vez limpias las avellanas se tuestan empleando un horno con controlador de temperatura; luego se depositan en un procesador de alimentos para su transformación en harina más fina, obteniéndose una pasta concentrada muy viscosa.

En la Figura 2 se muestran los chocolates con relleno de avellanas elaborados en esta actividad.

Por último, se consideró la realización de un sondeo de mercado en la ciudad de Santiago, a través de encuestas, formas de comercialización, precios y tipo de envases, tanto a supermercados como comercializadoras de frutos secos.

Los detalles de este estudio se presentan en el Anexo 4.



Figura 2: Chocolates con relleno de avellanas

3.9.2. Estudio de variabilidad genética entre familias y orígenes de nogales seleccionados

Se contrataron los servicios y asesoría técnica de Genética y Tecnología Ltda. para realizar un estudio de electroforesis de nogales, a fin de establecer la variabilidad genética existente en 51 árboles madres provenientes de nueve diferentes lugares de la zona central de Chile (Región Metropolitana).

Para esto se analizaron 8 plántulas de cada uno de los 51 árboles madre, caracterizando genéticamente por electroforesis 35 individuos por medio del análisis de 15 sistemas enzimáticos. De cada plántula se colectó una hoja ubicada cerca del final del tallo, las que fueron molidas y se agregó un buffer de extracción. Los extractos resultantes fueron absorbidos en trozos de papel filtro a los que se les agregó gel. Posteriormente se efectuaron las corridas de electroforesis a 4°C dentro de un refrigerador y se procedió al teñido de enzimas. De este modo se interpretó las bandas de geles por medio de equivalencia entre el patrón de bandeo que aparece en el gel (fenotipo) y los alelos que llevan a los individuos para tal gen (genotipo) y se analizaron los resultados obtenidos. Detalles de esta metodología se presentan en el Anexo 5.

3.9.3. Estudio preliminar de compatibilidad inter e intraespecífica

Este estudio se planificó en conjunto con especialistas italianos (Prof. Franco Zucchini y Dott. Davide Neri) para ser realizado en el vivero del Instituto Forestal.

Se consideraron en el estudio las especies: Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), Aromo azul (*Acacia saligna*), Eucaliptos (*E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. sideroxylon*), Pino insigne (*Pinus radiata*) y Algarrobo (*Prosopis chilensis*), probándose la combinación de cada una de ellas con las demás y consigo misma (5 repeticiones en cada caso).

En una primera fase se adaptaron al cultivo hidropónico los 195 ejemplares en estudio, todos producidos en tubete (sustrato: 50% tierra de hoja y 50 % tierra agrícola), con una altura media de 50 cm.

Las plantas fueron podadas a 10 cm en su parte epígea y a 8 cm el sistema radicular; posteriormente se realizó un lavado acuoso, eliminando los residuos del sustrato, y cada planta se instaló en un frasco de vidrio transparente con solución Hoagland (5 ml en 1.000 cc de agua). Las plantas se sujetaron a la boca del frasco con un trozo de plumavit.

La solución fue cambiada día por medio, para después de 65 días proceder a instalar las combinaciones de especies estudiadas.

El estudio se inició el 19 de diciembre de 1995, instalándose las combinaciones el 26 de febrero de 1996 y se midió durante un mes, dándose por terminado el experimento el 26 de abril de 1996.

3.9.4. Recopilación de antecedentes de rodales de especies no tradicionales

Se encomendó este trabajo, al Ingeniero Forestal Sr. Esteban Sandoval, con el objeto de buscar rodales de especies no tradicionales y sus antecedentes para posteriormente realizar mediciones en ellos, especialmente en el contexto del proyecto "Silvicultura de Especies no Tradicionales: Una Mayor Diversidad Productiva" Fase II.

Para ejecutarlo se buscó información de rodales de interés, recopilando los antecedentes del mismo y de sus propietarios para solicitar eventual colaboración. Se envió una encuesta y debido a la escasa respuesta se resolvió ir a terreno, obteniendo datos relevantes para el proyecto.

4. RESULTADOS

Para cada uno de los objetivos específicos propuestos en el proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1. Selección de especies promisorias

Sobre la base de un listado inicial de especies, derivado de los resultados de las bases de datos de los ensayos de INFOR de años anteriores, y a antecedentes de usos y mercados generales, y otros

aspectos de interés se procedió a elegir 17 especies promisorias para el desarrollo del proyecto. Las especies consideradas se citan a continuación:

*	Arce sicomoro	(<i>Acer pseudoplatanus</i>)
*	Aliso común	(<i>Alnus glutinosa</i>)
*	Aliso italiano	(<i>Alnus cordata</i>)
*	Aliso rojo	(<i>Alnus rubra</i>)
*	Avellano chileno	(<i>Gevuina avellana</i>)
*	Castaña	(<i>Castanea sativa</i>)
*	Cerezo americano	(<i>Prunus avium</i>)
*	Cerezo común	(<i>Prunus serotina</i>)
*	Fresno	(<i>Fraxinus excelsior</i>)
*	Grevillea	(<i>Grevillea robusta</i>)
*	Liquidambar	(<i>Liquidambar styraciflua</i>)
*	Nogal común	(<i>Juglans regia</i>)
*	Nogal negro	(<i>Juglans nigra</i>)
*	Pino piñonero	(<i>Pinus pinea</i>)
*	Roble americano rojo	(<i>Quercus falcata</i>)
*	Ruil	(<i>Nothofagus alessandrii</i>)
*	Tulipero	(<i>Liriodendron tulipifera</i>)

4.2. Determinar las características y requerimientos ecológicos de las especies

Con el objeto de reunir la mayor cantidad posible de antecedentes referentes a las características generales de las especies y otros aspectos de interés, durante el proyecto se realizó una exhaustiva recopilación de información bibliográfica nacional e internacional, y complementando esta información con datos de crecimiento en Chile de algunas de las especies en estudio.

Para cada especie seleccionada se elaboró una monografía que contiene los puntos y tópicos señalados en el punto 3.2. A continuación se entrega un breve resumen de cada una de ellas:

• *Acer pseudoplatanus* (Arce sicomoro)

⇒ *Antecedentes generales:* Especie decidua, de fuste recto y grueso, que puede alcanzar entre 18 y 30 m de altura y entre 0,6 y 1,5 m de DAP (diámetro a 1,3 m sobre el suelo).

En estado juvenil soporta bien la sombra, pero cuando adulto se torna más intolerante.

Resiste bien la polución ambiental.

Es una especie nativa del centro de Europa y oeste de Asia; en Inglaterra fue introducida, asilvestrándose.

En Chile, la especie se encuentra en plazas, parques y avenidas como árbol ornamental, y su distribución potencial abarca las regiones VI a X.

⇒ *Clima*: Es una especie de climas lluviosos y frescos, aunque resiste bien la estación cálida y seca, como también el frío.

Requiere una temperatura media anual de 6 a 14°C, con una mínima media anual de -20°C.

Se encuentra en climas montañosos y submontañosos, con precipitaciones medias anuales superiores a 800 mm concentradas en primavera y otoño. Requiere precipitaciones durante el periodo de crecimiento vegetativo.

Es moderadamente sensible a las heladas, y muy resistente al viento y a la brisa marina.

⇒ *Suelo*: Prefiere terrenos profundos, sueltos, fértiles y bien drenados. Crece bien en suelos calcáreos y en algunos pobres tales como arenas oceánicas o arcillosos descalcificados; tolera suelos medianamente arcillosos y graníticos.

Se adapta a cualquier pH que no sea demasiado ácido (no se recomiendan suelos con pH inferior a 4,5), siendo su óptimo 6,5.

⇒ *Altitud y topografía*: Prefiere terrenos moderadamente soleados. Se puede encontrar hasta los 1.800 msnm.

⇒ *Propagación* (generalidades): La regeneración natural por semillas es muy buena; retoña de tocón vigorosamente.

Tiene dificultad para propagarse en forma vegetativa porque pierde la capacidad de formar raíces en la madurez.

Tiene mediana dificultad para ser propagada mediante cultivo *in vitro*.

⇒ *Producción de plantas*:

Cosecha de semillas y o frutos

La floración ocurre en primavera..

El fruto es una sámara que dispersa sus semillas en otoño.

Se recomienda recolectar las semillas desde los árboles, cuando las sámaras pasan de color verde a dorado. Se pueden sembrar directamente o estratificar.

Se obtienen buenas producciones de semillas cada 3 años aproximadamente a partir de los 25 a 30 años en condiciones asoleadas, y a partir de los 40 años en condiciones de sombra.

El número medio de semillas por k es de alrededor de 9400, con un 80% de germinación.; son de tipo recalcitrante.

Almacenamiento

Las semillas se pueden almacenar por hasta 12 a 16 semanas; no se deben mantener con contenidos de humedad por debajo del 24%.

Para un almacenamiento breve (un invierno) se pueden conservar a 3°C con un contenido de humedad de 40 a 50 %.

Para un almacenamiento prolongado (dos a tres inviernos) las semillas se deben secar a 30 a 42% de contenido de humedad y mantenerse en recipientes herméticamente cerrados a -3 a -5°C.

Viverización (siembra micorrización, etc.)

Las semillas latentes se pueden sembrar en otoño, germinando en la primavera siguiente.

Si la siembra se realiza en primavera es necesario levantar la latencia, ya que sicomoro presenta latencia embrionaria sensible al frío, recomendándose 8 a 20 semanas de pretratamiento frío húmedo a 3°C.

Para la producción de plantas vigorosas se recomienda sembrar 160 a 300 sámaras por m², con un rendimiento del 50%.

La micorrización en vivero con la especie *Glomus mosseae* ha dado buenos resultados sobre el crecimiento inicial y para reducir la crisis de plantación.

⇒ **Plantación:** Se recomiendan plantas de uno a dos años de 0,5 a 1,0 m de altura bien lignificadas y con buen equilibrio entre la parte aérea y el sistema radicular.

Es aconsejable realizar la plantación en otoño o invierno

Es una especie fácil de establecer si tiene condiciones adecuadas de humedad y disponibilidad de nitrógeno.

No se desarrolla bien con pastos densos, requiriendo un control de maleza intenso para asegurar un buen crecimiento inicial.

El sicomoro se puede establecer como plantación pura o mixta con especies fijadoras de nitrógeno u otras con las que resulta conveniente asociarla (alisos, olivo de Bohemia, acacio falso, avellano europeo, fresno, nogal, cerezo y otras).

La densidad inicial en plantaciones forestales fluctúa entre 1.100 y 2.500 árb/ha.

⇒ **Crecimiento y productividad:** En Europa las rotaciones son superiores a los 50 años, con incrementos medios comprendidos entre 3 y 8 m³/ha/año.

En condiciones de bosque se pueden obtener trozas cilíndricas de 15 a 18 m de largo.

Rotaciones más cortas (10 - 20 años) pueden ser usadas para la producción de pulpa en sitios óptimos para la especie.

⇒ **Cuidados Culturales:**

Fertilización

Para lograr un buen establecimiento, el sicomoro requiere de una cantidad de nitrógeno adecuada, por lo que se recomienda fertilizar al menos durante el primer año, o por 2 a 3 años.

Control de malezas

Un control de malezas intenso es necesario en los primeros 3 a 4 años después de la plantación.

⇒ **Silvicultura**

Podas

Se debe realizar poda de formación durante los primeros años para la eliminación de ramas de diámetros elevados, bifurcaciones, ramas vigorosas y de ángulo de inserción muy agudo (verticales o chupones).

Posteriormente a la poda de formación se deben realizar podas de levante de copa a fin de obtener trozas libres de nudos de 6 m o más; esta poda es recomendable para los árboles que se mantendrán hasta el final de la rotación.

También existen podas especiales de reconstrucción, a emplear en árboles que presentan daños o mala forma.

Raleos

Los árboles maduros mueren rápidamente si las copas no se mantienen libres.

La especie responde bien a raleos frecuentes pero no intensivos; se debe comenzar a ralear a la edad en que la altura máxima es de 10 m; los ciclos de raleo deben ser cortos y nunca mayores a 6 años; la edad adecuada para comenzar el raleo es entre los primeros 10 y 15 años.

Es recomendable mantener el dosel algo cerrado para favorecer la poda natural y evitar raleos fuertes que permitan una excesiva entrada de luz, para evitar la aparición de brotes epicórmicos en el fuste, los que elevan los costos de las podas y degradan la calidad de la madera.

En Europa se emplean densidades finales de 100 a 200 árb/ha, con rotaciones entre 60 y 80 años.

Cosecha

Se obtiene alrededor de 1 m³ por árbol, sin considerar las ramificaciones laterales.

⇒ *Plagas y enfermedades*

Los daños causados por hongos se pueden resumir como: marchitez de los brotes nuevos y necrosis de la corteza en árboles jóvenes (*Nectria cinnabarina*), muerte apical y ocasionalmente la muerte del árbol (*Cryptostroma corticale*).

Algunos insectos pueden causar la muerte de ramas o del árbol completo (*Hylobius abietis*), infestación del carozo (*Anthonomus rectirostris*) y disecamiento de la corteza en bandas (*Eupulvinaria hidrangea* y *Tettigella viridis*).

Es susceptible a ataques de algunos animales como ardillas, conejos, ciervos y otros.

⇒ *Características de la madera*

La madera es clara, casi blanca, con el grano poco marcado, normalmente recto pero ocasionalmente puede ser ondulado, dándole a la madera un atractivo veteado.

Es una madera dura (peso específico de 660 kg/m³), que se puede aserrar, lijar y torneear bien debido a sus propiedades mecánicas.

⇒ *Usos*

Se puede usar en cortinas cortaviento; su madera es muy apreciada para la confección de chapas decorativas, muebles, parquet, utensilios e instrumentos musicales.

También puede usarse como especie ornamental por el hermoso color de sus hojas, o bien ocuparse como materia prima para pulpa y leña.

• *Alnus cordata* (Aliso italiano)

⇒ *Antecedentes generales*: Especie de rápido crecimiento considerada apta para suelos pobres y deficientes en nitrógeno debido a su capacidad para fijarlo.

Es tolerante a la polución.

Respecto a otros alisos es más tolerante a la sequía.

Llega a medir entre 25 y 30 m de altura y puede alcanzar 70 - 80 cm de DAP.

Si se encuentra en bosquetes su fuste es recto y regular.

Es originario del sur de Italia y Córcega.

Se encuentra en Europa, Asia, Norte América y en la Cordillera de los Andes en Sudamérica.

En Chile existen pequeños rodales en la X Región. Sin embargo, su distribución potencial abarca las regiones VIII a X.

⇒ *Clima*: La precipitación media anual fluctúa entre los 700 - 1.500 mm.

La temperatura media anual varia entre 7 y 15 °C, con una media en el mes más frío de -2°C. Es bastante resistente al fuego.

⇒ *Suelo*: El aliso se adapta bien a casi todos los tipos de suelo, incluso degradados, con afloramientos rocosos, de baja fertilidad y superficiales. Se desarrolla mejor en suelos calcáreos profundos, adaptándose a los ácidos.

⇒ *Altitud y topografía*: Se presenta entre los 400 y 1.500 msnm. Es un árbol demandante de luz, pero soporta cualquier exposición.

⇒ *Propagación (generalidades)*

Rebrota de tocón cuando los troncos han sido cortados a una altura de 30 cm, o después de un incendio.

La propagación por injerto es sencilla, así como la multiplicación por esquejes (estacas).

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

La floración y fructificación del aliso empieza entre los 5 y 8 años.

En áreas frías la producción de semillas es considerablemente menor y de peor calidad que en zonas más cálidas.

La colecta de semillas se realiza una vez finalizado el verano.

Almacenamiento

No es recomendable almacenar las semillas.

Viverización (siembra, micorrización)

Las semillas presentan latencia mecánica.

Se aconseja realizar una estratificación durante 28 días a 3 – 5 °C. Este tratamiento pregerminativo permite obtener hasta 98% de germinación y acelerar su velocidad.

El número de semillas por kilo es alrededor de 363.000.

Se pueden producir plantas en contenedores o a raíz desnuda.

⇒ *Plantación*

Se recomienda plantar individuos de 1 a 2 años de edad que tengan una altura de 30 - 40 cm., sin enterrar el cuello.

El aliso se emplea en plantaciones mixtas para favorecer el desarrollo de la especie acompañante (principal).

La densidad de plantación varía entre 2 x 2 y 3 x 3 m.

⇒ *Crecimiento y productividad*

El aliso italiano posee una alta velocidad de crecimiento juvenil por lo que las rotaciones pueden ser relativamente breves; 12 a 20 años como monte bajo (de tocón) y 40 a 60 años como monte alto (de semillas).

Los incrementos en volumen más elevados se han registrado en Italia; 10 a 20 m³/ha/año para monte bajo y 6 a 12 m³/ha/año para monte alto.

⇒ *Cuidados culturales*

Fertilización

Aliso italiano tiene una respuesta elevada a la fertilización con nitrógeno cuando se encuentra en vivero, incrementándose significativamente el diámetro y la altura.

Contiene nódulos radiculares que le permite fijar el nitrógeno atmosférico.

La hojarasca, rica en nitrógeno y otros elementos nutritivos, mejora la fertilidad natural del suelo.

Riego

No existen antecedentes que mencionen la necesidad de riego al establecer plantaciones de aliso italiano; la especie debe ser establecida en sitios adecuados según sus requerimientos, ya que económicamente los riegos son difícilmente costeables.

⇒ *Silvicultura*

La especie tradicionalmente no ha sido manejada, por lo que no existen antecedentes sobre podas y raleos. Se sugiere manejarla como a una especie latifoliada, realizando podas y raleos graduales para evitar la aparición de brotes epicórmicos en el fuste, y para obtener madera de calidad.

⇒ *Aspectos genéticos*

La reducida área italiana donde se encuentra la especie y la carencia de barreras geográficas parecieran ser la causa de la baja variabilidad genética a nivel de procedencias.

Existen dos variedades de alisos que difieren en el tamaño de sus hojas, y que corresponden a las variedades *rotundifolia* y *gemma*.

⇒ *Plagas y enfermedades*

Las enfermedades más importantes causadas por hongos en la especie son: clorosis y desecamiento generalizado de la copa (*Corylus sp.*, *Fomes sp.* y *Trametes sp.*), síntomas no específicos en las raíces (*Armillaria sp* y *Rosellinia necatrix*), deformaciones (*Tephрина sp.*) y manchas (*Mycosphaerella sp* y *Leptothyrium alneum*).

Los daños causados por insectos corresponden a decoloración, desecamiento y amarillamiento de hojas y brotes, defoliación y clorosis (*Chionaspis salicis*, *Pulvinaria vitis*, *Gossyparia spuria*, *Acalitus breviatarsus*, entre otros) ; desprendimiento de la corteza (*Anisandrus dispar*); y galerías en la madera (*Cossus cossus*, *Zeuzera pyrina*, *Saperda scalaris* y otros).

⇒ *Características de la madera*

La madera es clara y de color rojizo-anaranjado; posee anillos de crecimiento que son poco notorios. Presenta gran durabilidad si está inmersa en el agua pero poca durabilidad si está en exteriores o interiores, fácil de trabajar (aserrado, secado, foliado, tomado, cepillado, encolado, pulido y terminado), no es adecuada para ser plegada o flectada.

⇒ *Usos*

Se usa en consolidación de taludes y laderas, forestación de terrenos ex-agrícolas, hileras marginales de franjas cortafuego y cortinas cortaviento.

Ultimamente se ha observado cierto interés en la fabricación de paneles con su madera, la que se usa para la confección de cepillos, zuecos y escobas.

Su leña no es un buen combustible, pero se puede obtener carbón de buena calidad .

Podría ser interesante para agroforestería debido al incremento proteico que se genera en las praderas.

- *Alnus glutinosa* (Aliso negro o común)

⇒ *Antecedentes generales*: Las diferentes especies de alisos cada vez han ido cobrando mayor interés por su capacidad para fijar nitrógeno y de vivir en suelos con alta humedad.

El aliso negro puede alcanzar hasta 30 m de altura, con DAP de hasta 50 cm. La copa es de forma piramidal, de ramas delgadas y horizontales. En su distribución natural es común encontrarlo como un arbusto muy ramificado, debido a que normalmente son cortados para la obtención de leña.

Se encuentra en toda Europa incluidas las Islas Británicas, excepto en el norte de Escandinavia y norte y sudeste de Rusia. También se encuentra en el noroeste de Africa, el Cáucaso, oeste de Siberia y norte de Turquía.

En Chile se presenta como una especie introducida naturalizada en la zona sur. Está presente abundantemente en la VIII Región, en los alrededores del Salto del Laja; en las riveras del lago Villarrica (IX Región), y en la X Región se encuentra en las riveras de los afluentes del río Calle-Calle y Río Bueno y en casi todos los lugares inundados por causa del terremoto de 1960.

⇒ *Clima*

Es resistente al frío pero no resiste las heladas primaverales; las plantas jóvenes son sensibles a las heladas tardías.

Se desarrolla en climas templados húmedos con precipitaciones de 400 a 2.000 mm anuales y temperatura media anual entre 8 y 14°C.

⇒ *Suelo*

Se desarrolla bien en suelos graníticos o calizos, siendo favorables aquellos con contenidos de materia orgánica o limo elevados. La especie exige que el suelo tenga un alto contenido de agua, considerándose como colonizador de los aluviones inundados periódicamente.

Por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico se adapta bien a suelos pobres en este mineral con pH entre 4,5 y 8,0. No soporta la sequía.

⇒ *Propagación (Generalidades)*

Las flores son monoicas. La floración ocurre antes de la salida de las hojas; la especie retoña bien de tocón.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

Los árboles maduros florecen cada año, sin embargo la producción de semillas no es regular. El fruto que tiene forma de cono se abre después de las primeras heladas fuertes en invierno y las semillas se dispersan por el viento o por el agua a principios de primavera. Con 15 a 20 kg de frutos se puede obtener alrededor de 1 kg de semillas.

Almacenamiento

La abertura de los frutos se puede acelerar sometiendo a temperaturas de 27 a 38°C y posteriormente pasándolos por un tambor rotatorio.

Viverización

En condiciones naturales las semillas de aliso germinan fácilmente. Se puede aumentar la tasa de germinación estratificando las semillas en un medio húmedo entre 1 a 5°C durante 180 días. Una congelación de tres días a -20°C después de la estratificación aumenta aun más la estratificación.

⇒ *Plantación*

Durante el transporte al lugar de plantación el sistema radicular de las plantas debe ser cubierto para prevenir la deshidratación.

Para el establecimiento de la plantación se recomiendan plantas de 1 a 2 años y de 20 a 80 cm.

Para plantaciones puras se recomienda una densidad de plantación de 1000 a 2000 plantas por hectárea.

⇒ *Crecimiento y productividad*

La especie puede alcanzar 200 m³/ha en rotaciones de 15 años. Para densidades de 2.220 árboles/ha, se obtienen aproximadamente 13 m³/ha de volumen maderable y unos 2,2 m³/ha/año.

⇒ *Cuidados Culturales*

Fertilización

Por ser una especie fijadora de nitrógeno disminuyen los costos de fertilización; en árboles mayores de 8 años la fijación de nitrógeno es de 125 kg/ha/año y a los 20 años de 56-130 kg/ha/año.

Control de Malezas

Esta operación es necesaria para el buen desarrollo y crecimiento de las plantas, sin embargo se debe tener la precaución de aplicar el herbicida correcto. Se recomienda aplicar glifosato inmediatamente después de la plantación; diuron unas dos veces post plantación; no se recomienda el uso de antrazina y simazina ya que retardar el desarrollo de los árboles.

⇒ *Silvicultura*

Cosecha

La cosecha se debe realizar en período de receso vegetativo para que se obtenga una buena regeneración de tocón. Las rotaciones fluctúan entre los 5 y 15 años, para rotaciones cortas (monte bajo); para producción de trozas aserrables la edad de explotación sería

⇒ *Plagas y enfermedades*

La especie se ve afectada por hongos causante de pudrición radicular, entre los que destacan *Phytophthora sp.* y *Melanconium sp.* Entre los insectos fitófagos que atacan la especie se encuentran los lepidópteros *Argyresthia goerdartella*, *Epinotia immundana* y *E. tenerana*, que se alimentan de amentos masculinos

⇒ *Características de la madera*

La madera es blanda, elástica y suave, ligeramente liviana y de fácil trabajabilidad. Se deja clavar, atornillar y pulir con facilidad y no ofrece obstáculos para el encolado. Posee características que la hacen apta para la producción de pulpa. Su densidad es de 350 kg/m³.

⇒ *Usos*

Se utiliza en carpintería y ebanistería económica, tallados y tornería, interiores de muebles finos y terciados; se emplea también en trabajos hidráulicos y de conducción de agua. Su corteza es utilizada para el tratamiento contra anginas y faringitis y para hemorragias intestinales.

- *Alnus rubra* (aliso rojo)

⇒ *Antecedentes generales:* Es un árbol deciduo, intolerante, de muy rápido crecimiento en los primeros años, que puede alcanzar alturas entre los 15 y 35 m y DAP de 61 a 76 cm.

Es una especie colonizadora agresiva y fija nitrógeno, por lo que es muy utilizada en plantaciones mixtas.

Se distribuye en la costa del pacífico, desde el sudoeste de Alaska hasta el sur de California.

En Chile la zona potencialmente apta para la distribución de la especie abarca las regiones VII a X.

⇒ *Clima:* Crece principalmente en climas húmedos y superhúmedos.

Requiere de una precipitación media anual que varía entre los 800 y 2.600 mm con régimen invernal.

Las temperaturas medias varían entre 10 y 17 °C.; las extremas anuales oscilan entre -18 y 40 °C.

Heladas tardías pueden generar una alta mortalidad.

⇒ *Suelo:* Prefiere suelos de texturas medias, con pH neutro a ácido (< 7,4), húmedos pero con buen drenaje.

⇒ *Altitud y topografía:*

En su rango de distribución natural crece desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm, presentando mejor desarrollo a altitudes no superiores a los 460 msnm.

⇒ *Propagación (generalidades)*

La regeneración natural mediante semillas y rebrotes de tocón es muy buena.

No es recomendable el uso de estacas; sin embargo las estacas originadas de brotes radiculares han dado buenos resultados.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

Es una especie monoica, cuya floración ocurre a fines de invierno y hasta mediados de primavera; la maduración de los frutos ocurre en otoño, dispersándose las semillas a fines del otoño y durante el invierno.

La producción de semillas comienza a los 10 años aproximadamente, con un máximo a los 25 años. Cada 4 años se presentan cosechas abundantes.

El fruto contiene entre 50 a 100 semillas, parecidas a una nuez. El número de semillas por kilo es de aproximadamente 1.450.

Almacenamiento

Se recomienda almacenar las semillas en frío, por un período no mayor a un año.

Viverización (siembra, micorrización)

Las semillas no requieren estratificación.

Las plantas pueden ser producidas en contenedor o a raíz desnuda.

Es recomendable fertilizar con pequeñas dosis de nitrógeno para favorecer la formación de nodulos radiculares con hongos micorrizicos, entre ellos *Frankia*, los que se encargaran finalmente de la fijación del nitrógeno.

⇒ *Plantación*

Se recomienda el uso de plantas de 2 temporadas de crecimiento., y realizar la plantación en otoño o invierno.

La densidad de plantación depende de los objetivos productivos, es decir 2,5 x 2,5 m para fines pulpables y hasta 5 x 5 m para fines madereros.

⇒ *Crecimiento y productividad*

La especie en los primeros 10 años presenta un rápido crecimiento en altura; posteriormente la velocidad de crecimiento en altura disminuye, con un incremento medio de 0,61 a 0,76 m.

En su distribución natural el máximo volumen se obtiene entre los 50 y 70 años, con unos 500 m³/ha; los incrementos volumétricos varían entre 10 y 11 m³/ha/año.

⇒ *Cuidados culturales*

Fertilización

Si bien la fertilización con nitrógeno es importante, la aplicación de altas dosis puede inhibir la formación de nodulos y reducir el crecimiento.

La especie es sensible a la deficiencia de fósforo, en especial en la etapa de vivero.

La aplicación de fósforo y de calcio favorecen el desarrollo.

Control de malezas

Es muy sensible a la competencia inicial y a algunos herbicidas, por lo que es necesario realizar un control de malezas en forma manual o mecánica.

Riegos

No se cuenta con antecedentes sobre riego en la especie.

⇒ *Silvicultura*

Podas

En bosquetes densos la especie presenta una excelente poda natural; en situaciones más abiertas es necesario podar gradualmente para evitar la formación de brotes epicórmicos; en todo caso estos deben ser extraídos para no desvalorizar la madera.

Raleos

Aliso creciendo en plantaciones puras requiere raleos tempranos, para favorecer la entrada de luz, entre los 6 y 10 años.

Cosecha

Para la producción de biomasa se recomienda cosechar a los 4 o 6 años.

Para la producción de pulpa rotaciones de 10 a 15 años son suficientes.

Para la producción de pulpa y madera aserrada, se recomienda un raleo a los 9 –12 años y una cosecha final entre los 27 y 35 años.

⇒ *Aspectos genéticos*

No se conocen razas o híbridos de esta especie; sin embargo, en Washington, Oregon y Vancouver se ha encontrado una variedad conocida como *Alnus rubra* var. *pinnatisecta*.

⇒ *Plagas y enfermedades*

La especie no es muy susceptible al ataque de plagas, aunque algunos hongos pueden infestar causando pudrición (*Fomes ignarius*), muerte radicular (*Fomes amosus*), pudrición blanca (*Hypoxylon fuscum*), pudrición radicular tanto en plantaciones mixtas como puras

(*Heterobasidion annosum*), o atacando a plantas en vivero causando manchas en las hojas (*Septoria alnifolia*).

Entre los insectos defoliadores se puede señalar a *Malacosoma phiviales*, *Malacosoma disstria*, *Malacosoma californicum*, *Menichroa crocea* y *Altica ambiens*, entre otros; entre las avispas que degradan la albura se citan *Trypodendron lineatum*, *Xyleborus saxeseni*, *Gnathotrichus almi* y *Gnathotrichus retusus*.

⇒ Características de la madera

La madera es de color amarillo pálido, sin observarse grandes variaciones entre la albura y el duramen. Cuando el árbol es cosechado la madera se torna café-rojiza.

Es fácil de aserrar, clavar, pulir, torrear, pintar y pegar; presenta una buena durabilidad natural (dos años en contacto directo con el agua), la que puede ser mejorada mediante impregnación.

Su densidad es de 459 kg/m³ a un contenido de humedad del 12 %.

⇒ Usos

Es utilizada en la fabricación de muebles, armarios, mesas finas, banquetas, terminaciones de interiores, juguetes y paneles, así como también en tornería, y para leña y carbón, entre otros.

• *Gevuina avellana* (Avellano)

⇒ *Antecedentes generales:* Puede llegar a medir aproximadamente 20 m de altura, pudiendo formar parte del dosel intermedio, aunque corrientemente se comporta como una especie arbustiva del sotobosque.

Puede presentar un DAP de hasta 60 cm.

Especie endémica del sur de Chile, que se distribuye desde Colchagua por la Cordillera de los Andes y desde el norte del río Itata por la Cordillera de la Costa hasta las Islas Guaitecas.

Se comporta como especie semitolerante o intolerante.

En su hábitat natural, normalmente está asociado a otras especies y, comúnmente, no se encuentra en masas puras, sino en forma aislada o en pequeños grupos.

Crece bien en plantaciones mixtas con especies nativas y exóticas.

⇒ Clima

Se distribuye en zonas de clima templado-mediterráneo, templado húmedo o lluvioso, donde la precipitación varía entre 500 y 4.000 mm anuales.

Crece en un régimen de temperaturas cálidas a muy bajas.

Las heladas afectan tanto la producción de frutos como la maduración de las semillas.

⇒ Suelo

La especie puede crecer tanto en suelos de buena calidad, porosidad y fertilidad, profundos y de baja densidad, como sobre terrenos volcánicos pobres (lavas y escorias), o en suelos con problemas de drenaje como los ñadis.

⇒ Propagación (generalidades)

Avellano se propaga tanto sexualmente por semillas, como asexualmente por retoños, estacas verdes en invernadero, estacas y cultivo *in vitro*, recientemente desarrollado.

Posee flores hermafroditas que se desarrollan entre enero y febrero, hasta mayo.

Puede florecer dos veces al año, en cuyo caso la segunda floración no alcanza a madurar para formar una nuez, debido a las bajas temperaturas; es por esto que, en la zona norte de su distribución se puede esperar una segunda cosecha de frutos.

Los frutos maduran durante el segundo año después de la floración, la que culmina en el otoño del tercer año después de la floración, produciéndose en esta estación la diseminación de las semillas.

La especie presenta polinización entomófila.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y o frutos

Producciones de frutos comercialmente interesantes ocurren a partir de los 7 ó 9 años. La diseminación de los frutos es por gravedad y por la acción de animales.

La cosecha se efectúa entre fines de abril y comienzos de mayo.

La producción media de frutos por árbol se estima en 4,18 Kg y el número de semillas por kilo varía entre 240 y 578 dependiendo de la latitud (las procedencias de la zona norte de su distribución presentan frutos considerablemente más grandes que los de las procedencias más meridionales).

Viverización (siembra micorrización etc)

Es apropiado estratificar las semillas a 4-5°C inmediatamente después de la cosecha, hasta fines de septiembre, época en que se deberán sembrar; si no se estratifica la siembra se debe realizar durante abril.

Se recomienda hacer platabandas de un metro de ancho y 30 cm de alto para posteriormente efectuar poda de raíces. Se deben sembrar a 3 a 4 cm de profundidad, con una densidad de 36 semillas por m² o 6 semillas por metro lineal. La poda de raíces se debe realizar en el mes de febrero.

Las dosis de fertilización recomendadas fluctúan entre:

Salitre Potásico 30,0 – 45,0 g/m²

Superfosfato Triple 10,0 - 16,0 g/m²

Sulfato de potasio 5,0 – 6,0 g/m²

Las siembras realizadas en otoño (sin estratificación) alcanzan porcentajes de germinación de 95%.

Son comunes dos tipos de plantas en el vivero: plantas de dos años en maceta que alcanzan alturas entre 30 y 50 cm, y plantas a raíz desnuda con poda de raíces, que a la tercera temporada alcanzan alturas medias de entre 1,0 y 1,5 m.

⇒ *Plantación*

En su distribución norte la plantación debe realizarse antes de julio; en la zona cordillerana andina y costera de la X región puede realizarse desde junio a agosto, en este caso con o sin protección lateral.

Si se desea realizar una plantación frutal se recomienda una densidad de 625 plantas/ha (4x4 m).

Para fines madereros se recomienda una densidad de 2500 árb/ha (2x2 m).

Es aconsejable plantar avellano en zonas bien drenadas, ya que las plantas jóvenes son muy sensibles al ataque de hongos.

⇒ *Crecimiento y productividad*

El avellano tiene un crecimiento medio en altura de 30 - 40 cm/año, alcanzando una altura máxima de 20 m alrededor de los 50 años.

El máximo crecimiento medio anual en diámetro ocurre alrededor de los 15 años y su valor es de 0,5 a 0,6 cm/año, en tanto que para el mismo periodo es esperable un incremento volumétrico de 12 m³/ha/año.

En renovales de monte bajo (derivados de regeneración por tocón) a los 5 ó 6 años de edad se alcanzan 5 a 6 m de altura y 2 a 6 cm de diámetro.

⇒ *Cuidados culturales*

Debido a la falta de experiencia sobre plantaciones con la especie, no es posible hacer recomendaciones confiables sobre los cuidados culturales a realizar, incluyendo fertilización, control de malezas y riegos, aspectos que deben ser estudiados en el futuro.

Sin embargo es posible asimilar el tratamiento de esta especie con el de otras latifoliadas de alto valor.

⇒ *Silvicultura*

Podas

Algunos estudios sugieren realizar podas cuando los árboles logran un diámetro de 8 cm, normalmente al 6° ó 7° año, podando el tercio inferior, y nunca podar más de la mitad ya que el árbol se debilita.

Raleos

En renovales de monte bajo se realizan raleos tempranos como cortas de mejoramiento o raleos de desecho, ya que a mayor número de vástagos por cepa se producen mayores arqueaduras y torceduras de los fustes.

Las intervenciones que dejan uno o dos retoños por tocón han elevado el rendimiento hasta 12 m³/ha/año. Además dichos raleos permiten obtener 15 a 20 metros ruma sólido sin corteza por hectárea.

⇒ *Aspectos genéticos*

Se tiene evidencia que las avellanas del norte de la distribución de la especie (Curicó, Linares, Chillán) son de mayor tamaño que las del sur; en Curicó hay 270 semillas/kg. y en Valdivia 585.

⇒ *Plagas y enfermedades*

A nivel de vivero no se han detectado insectos que producen daños de importancia económica. Sin embargo existen hongos que causan problemas graves tales como dumping off, por lo que se recomienda sembrar semillas tratadas con fungicidas para evitar su aparición.

⇒ *Característica de la madera*

La madera del avellano es hermosa, de aspecto lustroso, vetado notorio y anillos anuales bien diferenciados; su duramen es rosado a café claro con albura amarillento-rojiza.

Su madera es de densidad media, dura, presenta buena resistencia mecánica y es poco durable en contacto con el suelo.

⇒ Usos

Su madera se utiliza en revestimientos y terminaciones interiores, muebles, chapas, remos, instrumentos musicales, tornería, ebanistería y artesanía.

No es recomendable para la construcción ni para la obtención de carbón.

Sus hojas son de aspecto lustroso, apropiadas para decoración y arreglos florales, y la corteza es utilizada con fines medicinales.

Sus frutos contienen un buen porcentaje de lípidos y proteínas, además de buen sabor; los aceites pueden ser consumidos por el hombre (por su alto porcentaje de ácidos grasos no saturados) y usados para cosmetología (tienen la facultad de absorber los rayos ultra violetas).

También se puede obtener harina rica en proteínas, fibras y carbohidratos, y productos promisorios de confitería como por ejemplo avellanas tostadas y pasta praliné para uso en chocolatería y pastelería.

• *Castanea sativa* (Castaño)

⇒ *Antecedentes generales:* Árbol longevo, monoico, deciduo, con corteza estriada, ramoso, cuando maduro alcanza hasta 35 m de altura. Puede tener un hábito de crecimiento erecto o abierto. El sistema radicular es medianamente profundo y robusto.

Es muy apreciado tanto por su interés maderero como frutal.

Crece en forma espontánea en los países mediterráneos de Europa y Asia Menor, especialmente en Italia, España, Portugal, Grecia y Turquía.

La especie puede ser cultivada en Chile desde la VIII a X Región sin riego, y también en la VII si se maneja bajo condiciones de riego.

⇒ *Clima:* Se desarrolla bien en climas con temperatura media anual entre 8 a 15°C y precipitación de al menos 700 mm anuales. Requiere de climas templados en zonas no expuestas a vientos ni a heladas tardías; sin embargo soporta el frío invernal hasta los -34°C.

⇒ *Suelo:* Requiere suelos de texturas livianas a medias con buen drenaje, profundos y permeables, con pH entre 4,5 a 6,0.

⇒ *Altitud y Topografía:* En Europa las regiones tradicionales donde se cultiva el castaño se encuentran entre los 100 a 1500 msnm; el rango apropiado para el cultivo en Chile se encontraría entre los 300 y 900 msnm.

⇒ *Propagación (generalidades)*

La especie se propaga naturalmente por semillas y por rebrotes de tocón.

Para la producción frutícola se utiliza la técnica de la injertación, la que no es recomendable para la producción de madera, al menos cuando la realización del injerto es la parte baja del árbol, debido a que puede alterar la calidad de la madera y presentar incompatibilidad entre el patrón y el injerto, aún después de muchos años.

Los árboles de semillas requieren 8 a 10 años para comenzar a producir frutos, a diferencia de los injertados que producen frutas a partir del segundo año de plantación. Se considera como buen rendimiento para esta especie una producción de 14 Kg/árbol/año.

En el caso de una plantación forestal de alta densidad y reducida superficie de copa, la producción de frutos inicia después del primer raleo, esto es a los 10 años.

⇨ *Producción de plantas*

Almacenamiento

Se debe realizar una selección de castañas para el almacenamiento; las más apropiadas son las que presentan alto contenido de humedad, es decir aquellas de consistencia dura y apariencia hinchada, sin ataques de hongos ni patógenos. También se recomienda realizar la prueba de flotación para eliminar las semillas vanas, que son las que flotan al ponerlas en un recipiente con agua. Posteriormente a una fumigación se deben almacenar a temperaturas de 2 a 3 °C con alto contenido de humedad. De esta forma se evita que la germinación comience.

Viverización

El número de semillas limpias por kilogramo varía de 150 a 330 con viabilidad del 65% y un porcentaje de germinación entre 67 y 93%.

La siembra se debe realizar entre septiembre y octubre, dependiendo de la zona y del tipo de suelo, a una densidad de 50 a 100 plantas/m². Si se tiene riego por aspersión se recomienda realizar platabandas; de lo contrario son recomendables los surcos. La semilla debe ser enterrada a unos 8 a 10 cm, con la protuberancia hacia abajo, que es por donde emerge el sistema radicular. No es necesario realizar poda de tallo ni de raíces.

Las mejores calidades de plantas se obtienen en suelos francos, limosos, limo arenoso, debido a que en los suelos pesados se presentan mayores ataques de *Phytophthora*.

Plantas de un año de vivero alcanzan tamaños de 40 a 60 cm.

⇨ *Plantación*

Se puede realizar desde fines de otoño a comienzos de primavera durante el período de receso vegetativo. Para que la producción de frutos sea buena se deben distribuir las variedades polinizantes y las principales en hileras, de tal manera de no dejar mas de tres hileras consecutivas con la misma variedad.

Para la producción de frutos se emplean densidades de hasta 100 plantas/ha. Para fines forestales se recomienda una densidad inicial de 1100 plantas/ha, para dejar 200-250 plantas/ha al final de la rotación.

⇨ *Crecimiento y Productividad*

En mediciones realizadas en el país en árboles sin manejo, sin injertar y en un amplio rango de distribución geográfica y de edad, se obtuvieron incrementos diamétricos medios anuales de 1,0 hasta 1,5 cm, observándose que desde los 25 años se obtiene alturas superiores a los 20 m.

En bosques de monte bajo, con rotaciones de 12 a 18 años se obtienen crecimientos de 4 a 20 m³/ha/año.

⇨ *Cuidados Culturales*

Fertilización

El estado nutricional del árbol influye sobre la producción y tamaño de la fruta, por lo que es aconsejable fertilizar con N, P y eventualmente K. Para plantas en producción el N se debe seguir suministrando cada año en dosis de 60 a 80 unidades; P se suministra solo si es necesario, en dosis de 200 a 300 unidades cada 3 a 4 años.

Control de malezas

Es importante mantener libre de malezas la proyección de la copa, especialmente durante los primeros 4 a 5 años.

Riegos

Castaño exige agua para la formación de hojas y frutos, por lo que si las condiciones climáticas lo requieren, se debe regar desde diciembre a marzo.

⇒ Silvicultura

Podas

Durante los primeros 3 años es necesario realizar una poda de formación, con el objetivo de eliminar bifurcaciones, ramas gruesas y obtener plantas equilibradas, vigorosas y sanas. Consecutivamente, durante la primavera se deben realizar desyemes, que consisten en la eliminación manual de brotes que aparecen en la sección inferior del fuste, de manera de evitar nudos en la madera, facilitar la poda y evitar la salida de brotes epicormicos.

Estas operaciones se deben combinar con la poda tradicional de levante de copa.

Raleos

Para Chile se han propuesto dos esquemas diferentes: ralear a los 10 y 20 años, o ralear a los 9, 16 y 22 años.

Cosecha

La cosecha se debe realizar a los 30 años en situaciones medias en Chile.

⇒ Aspectos genéticos

La mayor parte de la superficie de castaño plantada en Chile ha sido con semillas procedentes de Europa, lo que ha generado una gran variabilidad tanto en estructura y tamaño de las plantas como en la fecha de maduración de los frutos.

Los cultivares existentes en Chile presentan un problema generalizado que es la autoesterilidad, por lo que se hace necesario incorporar material vegetal que diversifique los cultivares que hoy se utilizan.

⇒ Plagas y enfermedades

Las enfermedades más comunes en nuestro país son la tinta o mal del pie (*Phytophthora*), y el cancro de la corteza o tizón (*Endothia*), las que se pueden tratar con controles químicos entre enero y marzo con productos como *Azinphos*, *Phosalene* y *Methidathion*.

Otras plagas comunes son la polilla del fruto (*Carpocapsa*), balanina y gorgojo de la castaña.

⇒ Características de la Madera

El duramen es altamente resistente y la albura se clasifica como moderadamente resistente. Se deja secar bien especialmente si previo al secado artificial se seca naturalmente. La albura se clasifica como permeable mientras que el duramen se considera refractario.

La madera de castaño que crece en Chile presenta rendimientos en el aserrio de 51 a 58%.

⇒ Usos

La madera de castaño de Chile presenta muy buenas características para ser usada en paneles encolados, cumpliendo con las normas internacionales. Además se deja cilindrar y torneear sin problema y taladrar sin presentar fallas. Da excelentes resultados en el cepillado y no presenta problemas al lijado, por lo que junto a su hermoso veteado es muy apreciada para muebles, ebanistería y terminaciones interiores.

- *Prunus serotina* (Cerezo americano)

⇒ *Antecedentes generales:* Es la especie de interés forestal más importante del género *Prunus* fuera del continente europeo.

Se le confiere especial importancia por su aptitud maderera y por ser una especie apta para cultivos agroforestales, ya que su copa proyecta poca sombra que no perjudica el crecimiento de los cultivos adyacentes. Por su buena conformación radicular, protege adecuadamente canales de riego y zonas erosionables.

Puede alcanzar más de 40 m de altura y más de 1 m de diámetro.

Su madera es de alto valor en mercados del hemisferio norte; su corteza posee propiedades medicinales. Su fruto es empleado en la producción de vinos y algunos licores.

Es originario de Norteamérica, incluyendo Nueva Escocia en Canadá, toda la mitad este de los Estados Unidos y la parte central de Texas; y en México y Guatemala.

Incluso se ha naturalizado desde Venezuela a Bolivia en la cordillera de los Andes.

En Chile, la zona potencialmente apta sin riego cubre las regiones IX y X; con riego esta área se amplía hasta la VI Región.

⇒ *Clima*

Temperatura media invernal: 7 a 11°C.

Temperatura media estival: 17 a 24°C.

Precipitación media anual: 300 a 1.200 mm., repartida durante todo el año.

Período libre de heladas: 100 a 160 días.

⇒ *Suelo*

El cerezo americano es tolerante a diversos tipos de suelos. Prospera bien en suelos de origen metamórfico, de buena fertilidad, rocosos, sueltos y bien drenados, de topografía accidentada.

Las mejores texturas corresponden a franco, franco limosa, franco arcillosa o franco arenosa.

pH del suelo: 4,0 a 4,5; no tolera alcalinidad.

En la zona de Allegheny (USA) donde presenta los mejores crecimientos se desarrolla en una meseta con suelos pobres, lixiviados, de más de 12.000 años de antigüedad, y ácidos, con napas freáticas a no más de 60 cm de profundidad.

⇒ *Altitud y topografía*

Cerezo americano puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm, pero alcanza su mejor desarrollo entre los 300 y 800 msnm. En Sudamérica, específicamente en Perú se encuentra entre los 2.000 y 3.400 msnm.

Se desarrolla en áreas de fuertes pendientes, y en diversas exposiciones.

Es una especie intolerante, no soportando por mucho tiempo la competencia por la luz.

⇒ *Propagación*

Se regenera sexualmente por semillas, y asexualmente por retoños, microestacas y cultivo *in vitro*.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

Comienza a producir semillas viables a los 10 años con una ciclicidad de 2 a 4 años.

El número de semillas por kilogramo varía entre 6.100 y 13.000, con un promedio de 9.300 semillas frescas.

La dispersión está a cargo de aves que digieren y transportan las semillas entre marzo y abril en el hemisferio sur.

Almacenamiento

Para almacenar por uno o más años se recomienda eliminar la pulpa y secar a 30°C por tres horas, hasta que el contenido de humedad llegue a 5%, o sembrar inmediatamente.

Viverización

Las semillas presentan latencia embrionaria, por lo que requieren estratificación con humedad y oxígeno, recomendándose como sustrato turba con vermiculita.

⇨ Plantación

Se recomienda plantar a densidades iniciales elevadas; controlar la competencia durante los primeros años, y proteger contra animales.

Se puede plantar en mezclas con tulipero (*Liriodendron tulipifera*), arce dulce (*Acer saccharum*) y abedul (*Betula lenta*).

⇨ Crecimiento y productividad

En formaciones naturales presenta los siguientes parámetros de crecimiento:

Crecimiento en diámetro: 6 a 10 mm/año

Crecimiento en altura: 0,3 a 0,6 m/año.

Se cosecha en rotaciones de 60 a 90 años, cuando alcanza unos 50 cm de diámetro.

⇨ Cuidados culturales

Fertilización

El desarrollo de cerezo americano está limitado por las disponibilidades simultáneas de nitrógeno y fósforo, más que por la cantidad de potasio.

En su región de origen el suelo orgánico contiene 1% de nitrógeno, 420 mg/kg de fósforo, cerca de 10.000 mg/kg de potasio, 11.500 mg/kg de calcio y más de 2.000 mg/kg de magnesio.

Control de malezas

Entre los herbicidas químicos efectivos para controlar malezas herbáceas y arbustivas en plantaciones de cerezo americano se cuentan el glifosato, dicamba y dicamba más 2,4-D.

⇨ Silvicultura

En plantaciones puras se recomienda podar los árboles para obtener madera de alta calidad.

Aplicando raleos la especie responde con incrementos diamétricos adicionales de 0,4 a 0,6 cm/año, lo que la señala como una de las especies de mayor crecimiento en los bosques norteamericanos.

⇨ Aspectos genéticos

Se han identificado cuatro variedades.

Los programas de mejoramiento genético con la especie se basan en la selección de fenotipos superiores en rodales naturales y en la instalación de huertos semilleros que permitan evaluar la calidad de la progenie resultante de polinización abierta y de polinización controlada. Actualmente se encuentra en su primera fase de identificación de árboles plus e instalación de ensayos.

⇒ Plagas y enfermedades

Los animales son importantes agentes de daño para cerezo americano, ya que la herbivoría de sus hojas afecta el crecimiento.

Defoliadores de importancia: *Melacosoma americanum*; *Archips cerasivoranus*; *Lymantria dispar*.

Excavadores de la madera: *Scolytus*, *Dicerca* y *Dryocoetes*.

Agallas o tumores causados por bacterias: *Agrobacterium tumefaciens* y *Apiosporina morbosa*.

En Chile se ha detectado la presencia del chape del cerezo (*Caliroa cerasi*); no se han reportado ataques de cancro de la corteza.

⇒ Características de la madera

Su madera es rígida, con alta resistencia al impacto, pero solo moderadamente dura y pesada.

Su grano es bastante compacto; su color varía del rojo claro al rojo fuerte, siendo la albura bastante clara y reducida.

⇒ Usos

Trozos con diámetro superior a los 25 cm y 2,4 m de largo, de color consistente y anillos uniformes, son empleadas en la industria del aserrio y remanufactura, obteniéndose productos de alto valor: muebles sólidos, chapas que se utilizan en la fabricación de tableros decorativos de gran atractivo por su color y textura; lana de madera y terminaciones interiores.

• *Prunus avium* (Cerezo común)

⇒ *Antecedentes generales:* Es una especie de relevancia frutícola y maderera, de carácter pionero dada su plasticidad, rusticidad y rapidez de crecimiento; alcanza los 25-30 m de altura, con tronco recto y cilíndrico y DAP de 70-80 cm.

Es originaria de la región comprendida entre Asia Occidental, Norte de África y Europa Oriental, en los alrededores del Mar Caspio y Negro, desde donde se difundió a toda Europa.

En Chile se presenta desde la región Metropolitana hasta la IX.

La zona potencialmente apta sin riego cubre las regiones VI a X; con riego esta área se amplía hasta la V Región.

⇒ Clima

Es una especie de clima templado frío, con temperaturas medias entre 7 y 14°C. La temperatura media óptima es 8 - 9°C.

Es bastante tolerante a las heladas, resistiendo hasta -26°C sin sufrir daño; sin embargo temperaturas de -1,1°C pueden dañar los frutos recién cuajados.

Requiere precipitaciones entre 800 y 1.300 mm anuales.

La descalificación de la madera por el veteado verde pareciera estar relacionado con la presencia de heladas y con la disponibilidad de agua.

No es resistente al viento, debido a que posee un sistema radicular superficial.

⇒ *Suelo*

Los mejores crecimientos se observan en suelos aluviales y coluviales, bien aireados, silíceos o con estrato de piedra caliza o yesos, y en terrenos fértiles de partes bajas de valles. Prefiere texturas livianas porque es sensible a la asfixia radicular.

Para cerezo un pH neutro a ligeramente ácido es óptimo, es decir entre 4,5 y 7,5; suelos salinos no son recomendables.

⇒ *Altitud y topografía*

Se desarrolla entre los 300 y 1.700 msnm.

⇒ *Propagación (generalidades)*

Es una especie autoincompatible o de compatibilidad cruzada (cuaja sólo con el polen de otra variedad); la polinización se efectúa por medio de insectos y aves.

La propagación vegetativa a partir de estacas de raíces y tallos es bastante exitosa, así como la micropropagación.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

La especie florece y semilla alrededor de los 10 años. Buenas cosechas se producen cada 3 años, sobretodo entre los 30 y 80 años.

El periodo de cosecha de frutos dura alrededor de 10 a 15 días, y se realizan aproximadamente 3 a 4 cosechas en la temporada, debido a que no hay uniformidad en la maduración de los frutos.

El promedio de semillas por kilo es de 5.100, presentando una capacidad germinativa de un 80%.

Almacenamiento

Se pueden conservar frescas en un envase hermético o en cámaras frigoríficas a temperaturas de 2 a 4 °C desde la colecta hasta la siembra.

Viverización (siembra, micorrización)

Las semillas deben macerarse en agua para extraer la pulpa, y luego estratificarse o almacenarse.

La siembra se realiza desde invierno hasta principios de primavera; después de esta fecha las temperaturas podrían ocasionar dormancia secundaria.

Las semillas se deben sembrar distantes a 40 o 50 cm y a 15 cm sobre la hilera, a una profundidad de 2 a 5 cm.

⇒ *Plantación*

La plantación se hace en otoño o cuando no haya peligro de heladas.

Se recomienda el uso de plantas a raíz desnuda o en maceta.

La distancia de plantación varía según el objetivo de plantación, forestal o frutal, y de la calidad de las variedades a plantar, considerando que las mejores procedencias pueden estar más distanciadas porque se puede llegar a cosechar cada uno de los árboles plantados. Los distanciamientos empleados con fines forestales fluctúan entre 2x2 y 3x9 m.

Se recomiendan las plantaciones mixtas con árboles de los géneros *Fraxinus*, *Juglans*, *Populus* y *Quercus* entre otros, para lograr un dosel biestratificado que suprima las ramas laterales del cerezo.

También se deben plantar conjuntamente distintas variedades polinizantes, en el caso de una plantación fruto-forestal o frutal.

Como sistema agroforestal se ha propuesto plantar alrededor de 200 a 400 plantas/ha de individuos de alta calidad con hileras intercaladas de cultivos de cereales y forrajeras.

Se ha observado que el silvopastoreo produce mejores crecimientos que otros manejos, probablemente a causa del efecto invernadero que se produce y a la disminución de la competencia entre los árboles y los cultivos.

⇒ *Crecimiento y productividad*

Las rotaciones pueden prolongarse entre 30 y 70 años. Dado que la especie no es longeva, esperar más tiempo que el señalado podría aumentar el riesgo de pudriciones y mortalidad.

Se pueden obtener 3 a 7 m³/ha/año de madera aserrada y el volumen individual puede llegar a superar los 2 m³ con un diámetro mínimo de utilización de 7 cm.

En Europa puede alcanzar incrementos medios de 0,8 a 1,6 cm/año en diámetro y de 0,6 a 0,8 m/año en altura.

Una plantación frutal de cerezo de 15 a 20 años puede producir 19,65 ton/ha de fruta a una densidad de 156 plantas/ha.

⇒ *Silvicultura*

Podas

Se produce poda natural cuando la vegetación acompañante propicia sombra, pero las ramas que mueren, pueden quedar retenidas en el árbol, haciendo necesario que este tipo de poda sea acompañada de poda artificial.

En Chile se recomienda podar en verano debido a que en invierno existe una alta probabilidad de contraer cáncer bacteriano.

Durante los primeros 3-5 años debe efectuarse podas de formación a fin de evitar bifurcaciones y de obtener un árbol equilibrado, de buena forma y potencial de desarrollo, aunque se trata de una especie con buena dominancia apical.

Posteriormente deben efectuarse podas de levante de copa hasta alcanzar la altura deseada para obtener trozas libres de nudos.

Raleos

Deben iniciarse cuando empieza a producirse competencia a nivel de las copas.

En plantaciones densas se recomienda una intervención prematura a causa de la intolerancia a la sombra que presentan los individuos jóvenes, y para evitar la aparición brusca de brotes epicórmicos en los fustes.

⇒ *Cuidados culturales*

Fertilización

Nutrientes importantes para la especie son el nitrógeno y el zinc; deficiencias de zinc se producen preferentemente en suelos alcalinos.

Las aplicaciones de nitrógeno no deben realizarse en invierno debido a la baja actividad de las raíces y a la lixiviación; tampoco debe aplicarse a mediados de temporada porque los carbohidratos están movilizados hacia los frutos y por lo tanto no están disponibles para el crecimiento de la raíz. Por estos motivos la aplicación de nitrógeno debe realizarse entre primavera y verano, ya que después de la cosecha las raíces tienen un periodo largo para la absorción.

Control de malezas

Es un árbol muy intolerante a la competencia, sobretudo los primeros 3 a 4 años.

El mayor beneficio se obtiene al realizar control de malezas en primavera; cuando el crecimiento es vigoroso.

Se recomienda el uso de herbicidas de contacto.

Se puede hasta duplicar la tasa de crecimiento en altura y hasta sextuplicar el incremento diamétrico siempre y cuando las malezas se cubran con un plástico negro (mulch).

Riego

El riego por tendido no se recomienda debido al riesgo de provocar asfixia radicular; en cambio se recomienda el riego por surcos.

⇒ Aspectos genéticos

Es una especie casi autoestéril, lo cual ha dado origen a diferentes razas, subespecies y variedades.

En Europa el mejoramiento genético apunta a la elección de individuos fenotípicamente superiores y su multiplicación vegetativa por medio de cultivo in vitro. Existen clones madereros desarrollados tanto en Italia como en Francia.

⇒ Plagas y enfermedades

Cerezo puede ser afectado por varios insectos y ácaros, entre los que destacan la escama de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*), el escolito (*Scolytus rugulosus*) y el chape (*Caliroa cerasii*). Es susceptible al escarabajo de los muebles (*Anobium punctatum*). El nemátodo de la raíz (*Meloidogyne sp.*) causa daños en las raíces.

Bacterias importantes son *Pseudomonas syringae* pv. *mors-prunorum* causante del cáncer bacteriano y *Agrobacterium tumefaciens*, de las agallas del cuello.

Los hongos pueden causar escoba de bruja (*Taphrina cerasi*), tiro de munición (*Coryneumum beijerinckii*), monilia (*Sclerotinia laxa*), cilindrosporiosis (*Phloesporelli oxycanthae*), oidio (*Podosphaera oxycanthae*), plateado de las hojas (*Chondrostereum purpureum*), pudrición radicular y gomosis (*Phytium spp.* y *Phytophthora spp.*), roya (*Tranzschelia distolar*) y verticilosis (*Verticillium dahliae*).

Los virus pueden causar la mancha anillada (*Prunus ringspot*), mosaico rugoso, moteado herrumbroso necrótico y enanismo de la fruta.

El control de estas enfermedades es solamente preventivo.

⇒ Características de la madera

La madera tiene un hermoso veteado de color café rojizo, es muy resistente, de fuerte cohesión interna, y moderadamente dura. Es de fácil trabajabilidad, y se tiñe y encola bien.

Presenta una densidad de 600 a 630 kg/m³ con un 12 a 15 % de humedad.

⇒ Usos

Las maderas con anillos pequeños y provenientes de trozas de diámetros superiores a 50 cm, se prefieren para la obtención de chapas, mientras que las de anillos de mayor tamaño y trozas de menores diámetros se destinan a madera aserrada.

Se usa en tornería, instrumentos musicales, muebles y ebanistería principalmente.

Sus frutos se exportan como cerezas frescas, conservadas al natural o en almíbar.

- *Fraxinus excelsior* (Fresno)

⇒ *Antecedentes generales:* Es una especie caducifolia que alcanza entre 25 y 42 m de altura; en plantación su fuste es limpio y puede alcanzar hasta 15 m. Vive entre 200 y 500 años, posee una raíz pivotante con abundantes raicillas aunque presenta pocas raíces laterales.

Es una especie moderadamente tolerante a la sombra.

Se distribuye ampliamente en Europa, norte de África, oeste de Asia y en la mayoría de las islas Británicas.

En Chile, la zona potencialmente apta cubre las regiones VI a X.

⇒ *Clima*

Se desarrolla en climas de zonas submontañosas y montañosas con precipitaciones anuales superiores a los 800 mm, concentradas principalmente en primavera y en otoño, donde la temperatura media anual es de 7 a 13°C con una temperatura mínima de -4°C. Sin embargo presenta daños en el follaje nuevo con temperaturas inferiores a -1°C.

Árboles expuestos al viento pueden presentar muerte apical o un mayor riesgo de contraer enfermedades.

⇒ *Suelo*

Demanda suelos arcillo-arenosos, calcáreos, húmedos, profundos, bien drenados y con alto contenido de nitrógeno.

Regenera bien en suelos básicos.

El pH óptimo es de 6 - 8.

Prefiere suelos planos pero también crece en pendiente.

⇒ *Altitud y Topografía*

Prospera a bastante altura; En Turquía se puede encontrar hasta los 2.200 msnm.

⇒ *Propagación (generalidades)*

Florece en primavera, antes de que las hojas emerjan; estas últimas aparecen antes de noviembre y caen en abril.

Los árboles pueden tener flores de uno o ambos sexos.

La regeneración natural a menudo es tan abundante que la especie se hace invasora, aunque no puede competir satisfactoriamente con pastos.

Fresno regenera bien de tocón; sin embargo es difícil de propagar vegetativamente, aunque estacas de plantas jóvenes (1 a 3 años) enraízan sin problemas.

⇒ *Producción de plantas*

La producción de semillas comienza a los 20 años y declina a los 80; la mayor producción ocurre entre los 25 y 30 años.

El fruto (sámara) madura a fines del verano y principios del otoño, diseminándose desde el invierno hasta la primavera.

La colecta se debe realizar directamente desde el árbol, en otoño, después que los frutos han madurado (adquieren un color café).

Almacenamiento

Si las sámaras están verdes al momento de la colecta no se pueden almacenar, debido a que no cuentan con suficientes reservas y porque presentan una latencia más profunda.

Las semillas se deben almacenar secas con un contenido de humedad inferior a 12% en contenedores bien aireados a una temperatura de 1,5 a 4,0°C; de esta manera la viabilidad se puede mantener por más de 7 años. También se asegura la viabilidad si posteriormente al secado se envasan las semillas herméticamente y se mantienen a temperatura entre -3 a -4°C.

Viverización

Es casi imprescindible realizar un tratamiento pregerminativo debido a que existe latencia embrionaria, el pericarpio es impermeable y el embrión no se encuentra completamente elongado. Para romper la latencia se debe realizar un tratamiento cálido húmedo a aproximadamente 20°C durante 60 a 90 semanas seguido de estratificación fría a 5°C durante el mismo período, en una mezcla de turba o arena.

Las semillas estratificadas deben sembrarse en septiembre - octubre a una profundidad de 1,0 a 1,2 cm, en suelos de pH neutro.

La micorrización artificial en vivero es particularmente eficaz, asegurando a la plantación un mejor crecimiento inicial.

⇨ Plantación

Se sugiere plantar entre abril y principios de junio cuando las hojas han caído, dando tiempo al sistema radical para desarrollarse antes de la floración y foliación de primavera.

Plantaciones extensas sólo se aconsejan si el producto que se desea obtener es de primera calidad. Se recomiendan densidades de plantación es de 2.500 árboles/ha.

⇨ Crecimiento y Productividad

Fresno presenta un crecimiento rápido y sostenido con rotaciones entre 10 y 15 años como monte bajo (regeneración de tocón). Como monte alto (regeneración de semilla) se obtienen incrementos anuales en altura de 50 a 100 cm, siendo el mayor incremento entre los 20 y 25 años. En Gran Bretaña se han registrado crecimientos entre 4,5 y 10,7 m³/ha/año con un máximo de 10 m³/ha/año en rotaciones de 60 años.

⇨ Cuidados Culturales

Fertilización

Se sabe que la especie es demandante de nutrientes, principalmente nitrógeno y potasio; fertilizaciones con estos nutrientes pueden originar aumentos en el incremento diamétrico de alrededor del 40%.

Control de malezas

Es esencial para el establecimiento; lo ideal es mantener libre de malezas alrededor de cada árbol por lo menos durante los 3 primeros años.

Se recomienda usar mulching (cubierta de polietileno o corteza de pino u otra especie alrededor del tronco) para impedir la germinación de malezas y reducir la evapotranspiración.

⇨ Silvicultura

Podas

Fresno comúnmente presenta bifurcaciones y nudos profundos, por lo que se deben realizar podas de formación continuamente, de preferencia en el verano para permitir que una rama fuerte

sustituya rápidamente el eje vertical debilitado. En caso de realizarse en invierno, éstas deben ser seguidas de 2-3 desyemes durante la primavera-verano.

Se recomienda realizar la poda de formación cuando la plantación tiene una altura de 1,0 a 3,5 m; si las plantas fluctúan entre 5 a 7 m la poda de formación debe ser complementaria a una poda de levante de copa a no más del 50% de la altura de copa.

Raleos

Los árboles necesitan plena luz una vez que alcanzan entre 4 y 10 m de altura; por esta razón los raleos deberían ser fuertes con el objeto de mantener las copas completamente libres para lograr un crecimiento rápido y producir madera de calidad.

También es recomendable para áreas basales relativamente bajas, realizar raleos livianos que remuevan alrededor de 12 a 15% del volumen, con ciclos de corta cada 1 a 5 años.

Cosecha

Generalmente se realiza cuando los árboles alcanzan entre 40-50 cm de diámetro, esto es aproximadamente a los 50 años.

Se efectúa desde otoño a principios de primavera; periodo en que hay menor flujo de savia; además en verano la madera se predispone a rajarse y a deteriorarse debido a la acción de hongos e insectos.

⇒ Aspectos genéticos

Existen pocos estudios sobre el mejoramiento genético de la especie; en Inglaterra no existe evidencia acerca de la existencia de ecotipos.

⇒ Plagas y enfermedades

Pseudomonas syringae provoca un cancro que daña considerablemente los árboles que crecen en sitios inadecuados. Los síntomas son torceduras del fuste con hendiduras y madera manchada o podrida.

Algunos hongos provocan pudriciones tales como *Inonotus hispidus*, *Daldinia concentrica* y *Armillaria mellea*. *Fomitopsis cystina* se ha encontrado ocasionando pudriciones basales.

Es atacado por algunos insectos que causan defoliación (*Prays fraxinella* y *Abraxas pantaria*), muerte de árboles jóvenes (*Hylobius abietis*) y otros.

También es atacado por los vitus del grupo Nepo que provocan decoloración y deformación de las hojas.

⇒ Características de la Madera

La madera es de color amarillo, tenaz, elástica y fácil de trabajar. El peso seco varía entre 560 y 840 kg/m³.

Dura menos de 5 años en contacto con el suelo. Cuando crece rápido forma una ancha banda de madera de verano, excepcionalmente resistente.

Tolera un secado moderadamente rápido presentando poca tendencia a rajarse, pero tiende a distorsionarse. Responde bien a un reacondicionamiento después del secado.

⇒ Usos

Por su tenacidad, la especie es muy adecuada para implementos deportivos y mangos de herramientas. También es muy utilizada en mueblería debido al veteado atractivo de su madera; además se puede emplear para pulpa y es un excelente combustible debido a su bajo contenido de humedad inicial.

La raíz es muy apreciada en ebanistería.

- *Grevillea robusta* (Grevillea)

⇒ *Antecedentes generales:* Especie siempreverde, que alcanza alturas entre 24 y 40 m y DAP entre 0,6 y 1,0 m. De interés por su rápido crecimiento, fácil adaptación y objetivos múltiples. Generalmente es longeva.

Especie nativa de la zona subtropical del este de Australia. Se ha distribuido e introducido en muchos países de diversos continentes.

En Chile se ha empleado como árbol ornamental con buenos resultados debido a su rápido crecimiento, resistencia a la contaminación y por la belleza de las flores anaranjadas dispuestas en racimos.

Su distribución potencial en Chile, cubre las regiones VI a X.

⇒ *Suelo*

Se adapta a muchos tipos de suelo, incluyendo arenosos y francos, de mediana fertilidad y ácidos. Prefiere los suelos profundos y drenados, no así las arcillas pesadas.

Soporta un amplio rango de pH; desde ácido a semialcalino.

⇒ *Clima*

Se adapta a una amplia gama de climas incluyendo los tropicales, pero prefiere temperaturas cálidas, de templadas a subtropicales con temperaturas medias de 13 a 21°C.

No soporta heladas de temperaturas inferiores a -2°C, ya que se presentan daños en brotes y yemas.

La precipitación anual fluctúa entre 700 y 1.200 mm.

Es susceptible al daño por viento porque sus ramas son quebradizas; sin embargo tolera vientos salinos costeros.

⇒ *Altitud y topografía*

Crece en un amplio rango de altitudes desde el nivel del mar hasta los 2.300 msnm.

⇒ *Propagación (generalidades)*

La regeneración natural es muy vigorosa y coloniza agresivamente, pudiendo llegar a convertirse en plaga. Se propaga fácilmente por semillas y rebrota de tocón; se propaga exitosamente por estacas y no presenta incompatibilidades en injertos; también se puede micropropagar.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

Es una especie monoica cuya floración y producción de semillas comienza a los 6 años.

Florece en octubre y noviembre.

Los frutos de grevillea son colectados de los árboles antes que abran, cuando se tornan de color café, en el mes de febrero.

El número de semillas por kilo varía entre 80.000 y 150.000, presentando un 60 a 80 % de germinación.

Almacenamiento

La semilla no presenta latencia, pero a temperatura ambiente en condiciones de alta humedad pierde su viabilidad en pocos meses.

Se recomienda almacenar por menos de un año en condiciones de frío y seco, es decir con un bajo contenido de humedad (10 %) y bajas temperaturas (-7 °C).

Viverización (siembra, micorrización)

Se sugiere tratar la cama de semillas con insecticidas y fungicidas.

Las semillas se siembran en primavera, germinando 20 días después.

La densidad de siembra varía entre 215 - 323 plantas/m², repicándolas después de 9 meses, en bolsas o a raíz desnuda.

Se debe realizar una poda de raíces debido al crecimiento que éstas experimentan en profundidad.

⇒ Plantación

Las densidades de plantación varían entre 2 x 2 y 3 x 4 m en plantaciones forestales y entre 2,7 x 2,7 y 5,5 x 5,5 m en plantaciones mixtas.

Se recomienda el uso de plantas en macetas o raíz desnuda.

Es aconsejable realizar la plantación en otoño o invierno.

⇒ Crecimiento y productividad

Se observa gran variabilidad en el crecimiento de la especie según el sitio.

En sitios no favorables se han observado rotaciones de 15 a 20 años con alturas de 15 m; en cambio en sitios adecuados las rotaciones pueden llegar hasta los 50 años, alcanzando alturas de 37 m a los 50 - 60 años, con productos de mayor valor.

El incremento medio anual para el volumen varía entre 5 y 15 m³/ha/año.

⇒ Cuidados culturales

Fertilización

La especie responde bien a altas dosis de potasio y nitrógeno, no presentando toxicidad.

Control de malezas

Un control de malezas intenso es necesario en los primeros años de la plantación.

⇒ Silvicultura

Podas

En sistemas agroforestales se puede efectuar tres tipos de podas: poda total (dejar sólo el tronco) para suprimir la competencia por agua y luz; poda selectiva, que consiste en el corte de algunas ramas con el fin de reducir la competencia y obtener algún producto; y poda de copa (desmoche) a una altura de 2 m para obtener leña y forraje a partir de las ramas.

Con fines forestales se deben realizar las típicas podas aplicadas a especies latifoliadas que producen madera de alto valor, a saber: poda de formación durante los primeros tres años, a fin de obtener individuos bien conformados y sanos, y poda de levante de copa, que se realiza a continuación por varios años, hasta alcanzar el largo deseado de trozas libres de nudos.

Raleo

Existen escasos antecedentes sobre raleo en la especie. En Brasil se ralea para mantener áreas basales entre 44 y 61 m²/ha; en Costa Rica en plantaciones puras un raleo a los 10 años a dado buenos resultados.

⇒ Plagas y enfermedades

Gran número de plagas y enfermedades han sido detectadas, pero ninguna de ellas pareciera de importancia. Sin embargo en el Caribe *Asterolecanium pustulans* ha exterminado varios rodales.

En vivero se ha detectado daño producido por los hongos *Phyllostica sp.*, *Cercospora sp.* y *Amphichaeta grevillae*, que atacan el follaje, y *Botryosphaeria dothidea* que causa manchas oscuras en la madera.

Eustema sericea es un insecto de importancia que causa defoliación. Los árboles jóvenes son sensibles al ataque de termitas.

⇒ Características de la madera

Presenta un hermoso veteado; en especial el corte cuarteado. La albura es color crema y el duramen café-rojizo.

No es durable en exteriores sin tratamiento previo.

En verde su madera es fácil de trabajar, pero seca presenta tendencia al colapso y problemas en la impregnación.

Presenta una densidad de 610 kg/m³ a un 12% de contenido de humedad.

⇒ Usos

Es una especie muy usada en cortinas cortaviento o para otorgar sombra a algunos cultivos como maíz, poroto, té u otros debido a su fuste recto, follaje perenne, sistema radical profundo, rápido crecimiento y copa poco densa.

En agroforestería sirve como forraje para animales, combustible, fuente de producción de miel y sombra, entre otros usos.

Se puede obtener leña, pulpa, postes e incluso madera aserrada.

Posee una madera fina adecuada para paneles, parquet, ebanistería y muebles.

• *Liquidambar styraciflua* (Liquidambar)

⇒ *Antecedentes generales:* Especie longeva que puede alcanzar alturas de 45 m y DAP de más de 90 cm en los sitios buenos. Normalmente alcanza 30 a 37 m de altura y 60 a 70 cm de diámetro.

Es originaria de Estados Unidos, desde Connecticut hacia el sur. También se encuentra en México central, Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua.

En Chile, la especie se encuentra en plazas, parques y avenidas como árbol ornamental. Su distribución potencial sin riego cubre las regiones IX y X, y con riego se extiende desde la V a X regiones.

⇒ Clima

Se adapta a climas fríos y subtropicales.

En su distribución natural la temperatura mínima del mes más frío oscila entre -11 y 5 °C y la máxima del mes más cálido entre 25 y 36°C; la temperatura media anual varía entre 8 y 20 °C.

Requiere precipitaciones medias de 1.000 a 1.500 mm/anales, concentradas principalmente en la estación de crecimiento vegetativo.

Es resistente al viento, vientos salinos y heladas.

⇒ Suelo

Tolera una amplia variedad de suelos; se desarrolla bien en suelos húmedos y franco-arcillosos, aunque los mejores crecimientos se observan en suelos con texturas medias y buen drenaje.

⇒ Altitud y topografía

En su región de origen se distribuye entre los 750 y 2.000 msnm, pudiendo llegar hasta los 2.500 msnm.

⇒ Propagación (generalidades)

La especie regenera vegetativamente, de raíz, tocón, injertos y mediante la micropropagación, y sexualmente por semilla. Presenta problemas de enraizado, por lo que es difícil de propagar a partir de estacas.

Retoña hasta los 50 años y el vigor de retoñación no declina sino hasta la tercera generación sucesiva.

Donde la especie está establecida se recomienda el uso de la regeneración natural en vez de la reforestación.

⇒ Producción de plantas

Cosecha de semillas y/o frutos

Es una especie monoica (las flores masculinas y femeninas están en el mismo árbol).

Los frutos, que están compuestos por varias cápsulas, maduran en otoño, cosechándose las semillas en primavera con buenos rendimientos en árboles de 20 a 30 años e incluso a edades avanzadas (150 años).

1 kg de semillas contiene entre 130.000 y 200.000 unidades.

La dispersión se produce a través del viento y aproximadamente el 96% de las semillas caen dentro de un radio de 60 m desde el árbol madre.

Almacenamiento

Los frutos maduros pueden ser colectados de árboles cortados o en pie, escalándolos o sacudiéndolos. Los frutos cosechados prematuramente pueden madurar al ser almacenados con humedad y a una temperatura de 4,5 °C durante un mes.

Las semillas pueden ser almacenadas a un contenido de humedad de 5 a 15 % y con temperaturas entre 1,5 a 4,5 °C.

El porcentaje de pureza de la semilla varía entre un 90 a 95%, y la capacidad germinativa entre un 80 y 90%.

Viverización (siembra, micorrización)

Las semillas presentan una ligera dormancia, por lo que se recomienda una estratificación en frío con arena húmeda a 5 °C durante 30 días para aumentar la germinación.

Las semillas no estratificadas se siembran en otoño y las estratificadas en primavera.

Se recomienda sembrar en surcos a una densidad de 215 a 270 semillas por m².

El liquidambar tiene una respuesta muy positiva a la micorrización con *Glomus mosseae*, aumentando el crecimiento y desarrollo de las plantas.

⇒ Plantación

Se recomiendan plantas de 1 o 2 años en tubete o a raíz desnuda.

Es aconsejable realizar la plantación en otoño o invierno.

La densidad de plantación oscila entre los 2 x 2 y los 4 x 4 m con sus respectivas combinaciones, es decir, 665 a 2.500 arb/ha.

⇒ Crecimiento y productividad

El crecimiento en altura tiende a detenerse entre los 65 y 70 años.

En Estados Unidos se estiman incrementos diamétricos entre 5 y 10 cm en un periodo de 10 años.

⇒ Cuidados culturales

Fertilización

En general la especie requiere poco suministro de nutrientes. No obstante lo anterior, la fertilización aumenta considerablemente las tasas de crecimiento.

Control de malezas

La especie es sensible a la competencia, por lo que es necesario realizar controles periódicos durante los primeros años.

Algunas malezas tienen efectos alelopáticos sobre liquidambar, como ocurre con *Festuca arundinacea*.

El control de malezas se puede realizar en forma química, con herbicidas, o en forma mecánica con arado de disco, lo que además aumenta la disponibilidad de nutrientes.

Riegos

El crecimiento en altura es superior en sitios regados si la disponibilidad de agua en el periodo de crecimiento no es suficiente para la especie.

⇒ Silvicultura

Poda

La especie presenta una adecuada poda natural en rodales densos, observándose un alto porcentaje de madera libre de nudos.

Raleo

En rodales densos se efectúan raleos antes de los 18 años para eliminar individuos defectuosos.

Se ha observado poca respuesta al raleo en rodales maduros (cuyo diámetro supera los 25,5 cm).

⇒ Aspectos genéticos

No se conocen híbridos ni la existencia de razas o ecotipos en la especie.

⇒ Plagas y enfermedades

Liquidambar en general es resistente al ataque de plagas y enfermedades, pero es sensible al daño producido por fuego, que deja heridas que propician la entrada de patógenos.

En Estados Unidos se han registrado algunos insectos defoliadores como *Alsophila pometaria*, *Baliosus ruber* y *Paleacrita vernata* y hongos causantes del damping-off (*Pythium sylvaticum*), pudrición de raíces (*Clitocybe tabescens*) y decoloración de la madera (*Lasiosphaeria pezizula* y *Torula ligniperda*) entre otros.

⇒ Características de la madera

Su madera es apreciada mundialmente por el color lustre, satín y café rojizo del duramen y el rosado claro de la albura.

Presenta un contenido de celulosa mayor al de lignina.

Responde bien al tornado, aserrado, moldurado y enchapado.

Su madera es dura y densa, pero poco resistente.

Presenta un peso de 519 kg/m³ a un contenido de humedad del 15 %.

⇨ Usos

Existen dos clases de madera de la especie:

- * Red gum: corresponde al duramen y tiene un alto valor.

- * Sap gum: proviene de la albura y es preferida por las industrias ya que es blanda, apta para la coloración y porque su valor es menor que otras de calidad comparable.

Se emplea para la fabricación de muebles y pallets, para la elaboración de pulpa, como árbol ornamental, como alimento de aves (por sus semillas) y animales, incluyendo el consumo humano debido al alto contenido proteico y vitamínico que tienen sus hojas.

• *Juglans regia* (Nogal común)

⇨ *Antecedentes generales:* Especie vigorosa que puede alcanzar alturas entre 24 y 31 m y 0,61 y 1,5 m de DAP. Es muy interesante en cuanto al aspecto maderero y frutal.

Se distribuye naturalmente en el oriente de Europa, Turquía, Irán, Irak, Afganistán y parte del sur de Rusia.

En Chile se encuentra entre la IV y IX Región. La superficie con riego potencialmente apta para la especie se distribuye entre la V y X Región.

⇨ Clima

Es exigente en calor durante su periodo vegetativo, requiriendo al menos seis meses con una temperatura media de 10°C. Resiste temperaturas entre 40°C y -20°C, dependiendo de la variedad.

Es sensible a las heladas tardías de primavera.

Necesita precipitaciones anuales entre 700 y 800 mm, bien distribuidos.

Una elevada humedad relativa o la presencia de neblinas favorecen el ataque de parásitos y bacterias.

⇨ Suelo

Es una especie muy exigente con respecto a suelos; requiere suelos profundos, bien drenados, con buena estructura (franca) y ricos en nutrientes.

No se aconsejan suelos con mal drenaje sujetos a inundación, compactados y pobres en minerales, ni aquellos arcillosos, arenosos o con concentraciones elevadas de sales.

El pH óptimo fluctúa entre 6,5 y 7,5.

⇨ Altitud y Topografía

En Europa crece desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm.

No se desarrolla bien en zonas de vientos costeros.

⇨ Propagación (generalidades)

Se propaga sexualmente a través de semillas, y vegetativamente a través de injertos de yema o púa; la propagación mediante estacas o mugrones presenta problemas de enraizamiento. Recientemente en Francia se ha descubierto la forma de micropropagar clones de interés de la especie.

⇒ Plagas y enfermedades

En Chile, las enfermedades de mayor importancia económica corresponden a la peste negra y a la pudrición del cuello.

La primera es producida por la bacteria *Xanthomonas juglandis* que ataca todas las partes del árbol, salvo la madera; su aparición se ve favorecida con frío y humedad, pH menor a 6, excesiva fertilización con N, podas excesivas y el empleo de cultivares sensibles.

La segunda es producida por *Phytophthora sp.* hongo que puede persistir en el suelo y que afecta especialmente el sistema radicular y el vigor del árbol, haciéndolo desarrollar escaso follaje; se desarrolla con alta humedad y frío y puede ocasionar la muerte.

⇒ Características de la madera

Es una madera muy apreciada, dura y durable, que responde bien a los tratamientos de preservación; se trabaja, aserrea y pule bien.

Presenta una densidad entre 648 y 826 kg/m³ a un contenido de humedad del 50 %.

⇒ Usos

Su madera es muy demandada en Europa para ebanistería, muebles y chapas de alta calidad.

La madera del tronco y ramas gruesas es usada en carpintería y ebanistería, y la de raíces es usada principalmente en enchapado.

Su fruto es apreciado en confitería, pastelería, en la obtención de aceites, leña, productos farmacológicos, licores, taninos, entre otros.

• *Juglans nigra* (Nogal negro)

⇒ *Antecedentes generales:* Especie caduca de gran tamaño que puede alcanzar entre 18 y 27 m de altura y entre 61 y 91 cm de diámetro. Presenta un fuste recto y limpio con una copa abierta y amplia.

Es intolerante a la sombra.

Es originaria del este de los Estados Unidos y se extiende desde el sudeste de Canadá hasta el Golfo de México.

En Europa se introdujo en 1630, siendo al principio una especie ornamental, pero gracias a su rápido crecimiento se convirtió en una especie maderera apreciada.

En Chile, la superficie potencialmente apta para ser introducida cubre desde la VI a X Región.

⇒ Clima

Crece en un rango de precipitaciones que varía entre 650 y 1780 mm anuales, con temperaturas medias entre 7 y 19°C; sin embargo en su zona de crecimiento óptimo la temperatura media anual oscila entre 12 y 14°C con precipitaciones medias anuales entre 900 y 1.000 mm.

Es muy sensible a las heladas de primavera debido a que brota tempranamente; sin embargo en invierno soporta hasta -35°C. Resiste temperaturas por sobre los 37°C.

⇒ Suelo

Crece bien en suelos profundos, frescos, bien drenados y con alto contenido de sales minerales y materia orgánica. Prefiere suelos de texturas medias, arcillo arenosos, arcillosos, areno arcillosos, entre otros. Es conveniente que el pH se encuentre entre 5,0 y 7,5.

⇒ *Altitud y topografía*

Los mejores crecimientos se observan bajo los 1.250 msnm.

⇒ *Propagación (generalidades)*

El nogal negro es un árbol monoico, cuyas flores masculinas y femeninas maduran en distintos periodos dentro del mismo árbol.

Es una especie difícil de propagar vegetativamente, siendo el método más usado el injerto; también puede ser propagado a través de micropropagación, aunque las plantas producidas no son de buena calidad, a pesar de ser más resistentes a enfermedades.

⇒ *Producción de plantas*

La germinación natural se produce la primavera siguiente a la caída de las semillas.

Cosecha de semillas y/o frutos

Florece en primavera y la dispersión de los frutos ocurre en otoño.

La producción de frutos comienza cuando los árboles tienen entre 8 y 10 años de edad.

Las semillas deben ser cosechadas en marzo o abril, cuando han llegado a su completa madurez, extrayéndose las nueces desde el árbol manual o mecánicamente.

Almacenamiento

Un kilo de semillas contiene alrededor de 60 a 80 nueces, las cuales pierden su viabilidad en 6 ó 12 meses si se secan totalmente. Por ello se deben almacenar con contenidos de humedad de 20 a 40% a 3°C en bolsas de polietileno durante un año; semillas con contenidos de humedad cercanos al 50% se almacenan en contenedores al exterior durante 4 años sin pérdidas considerables en la capacidad germinativa.

Viverización

Las semillas poseen un embrión latente y una cubierta dura por lo que requieren tratamientos pregerminativos. Se recomienda someter las semillas a estratificación fría entre 1 y 5°C durante 90 a 120 días, con lo que se obtiene alrededor de un 50% de germinación.

Las semillas estratificadas deben ser sembradas en primavera y las no estratificadas en otoño, y germinan en la primavera siguiente.

En plantas producidas a raíz desnuda se realiza una poda de raíces a 20 – 25 cm de profundidad, para inducir un sistema radicular más compacto y vigoroso.

⇒ *Plantación*

La especie se puede propagar mediante siembra directa, o plantación con plantas producidas a raíz desnuda o en tubetes, con una sobrevivencia y crecimiento en altura levemente superior a los resultados obtenidos con la siembra directa.

Para producir madera de alto valor se recomiendan distanciamientos de 2x2, 3x3 y 4x4 m. En plantaciones con fines múltiples se puede llegar a plantar a 12x12 m.

La especie posee una sustancia alelopática que inhibe el crecimiento de algunas especies como por ejemplo tomates, porotos, *Larix leptoides*, *Picea abies*, *Pinus strobus*, *Betula sp.* y *Pinus silvestris*; por ello si se quiere combinar con otras especies se debe tener la precaución de elegir aquellas que resistan esta sustancia, como por ejemplo *Quercus rubra*, *Alnus glutinosa* y *Pinus strobus*.

⇒ *Crecimiento y productividad*

El incremento medio anual en altura es de 45 cm y en diámetro entre 0,8 y 1,4 cm; sin embargo en buenos suelos puede crecer 60 a 90 cm el primer año y el doble en la segunda temporada de crecimiento.

En Europa se usan rotaciones entre 50 y 65 años, pero se piensa que en Chile podría reducirse el periodo de rotación debido a su rápido crecimiento.

⇒ *Cuidados Culturales*

Fertilización

Se ha observado que el nitrógeno aumenta fuertemente el crecimiento del nogal, incluso por sobre un 100% si se acompaña de un control de malezas.

La respuesta a la fertilización está directamente relacionada con el tipo de suelo; en suelos pobres en nutrientes se produce una fuerte respuesta a la fertilización y en suelos ricos una respuesta poco significativa. Se recomienda no fertilizar con nitrógeno en sitios con altos niveles de fósforo y nitrógeno.

Control de malezas

Las plantas de nogal negro no se desarrollan sin un estricto control de malezas; para ello es necesario mantener un área libre de malezas de un mínimo de 1 m de radio alrededor de la planta por al menos dos temporadas de crecimiento.

Se debe realizar un control de malezas previo a la plantación; este puede ser químico, mecánico o una combinación de ambos, así como controles post-plantación con herbicidas pre-emergentes o post-emergentes, o mejor aún con una combinación de ambos.

Riego

La especie requiere alrededor de 25 a 38 mm de agua a la semana.

⇒ *Silvicultura*

Podas

Para producir madera de calidad se deben realizar en invierno podas de formación y de levante de copa.

Las primeras se realizan para corregir malformaciones tales como doble flecha, daños producido por viento, animales o insectos; se realiza hasta los 3 a 4 años. La poda de levante de copa se debe realizar desde que el árbol alcanza 3 ó 4 m de altura y hasta que se alcanza el largo de troza libre de nudos deseado; se recomienda dejar al menos la mitad del fuste con ramas para evitar pérdidas de crecimiento y la aparición de brotes epicórmicos, que elevan el costo de la poda y degradan la calidad de la madera. Consecutivamente a las podas de levante de copa pueden requerirse desyemes manuales para eliminar dichos brotes indeseados.

Raleo

En plantaciones frutoforestales se deben realizar al menos tres raleos, realizándose el primero de ellos cuando empieza la fructificación. Al final de la rotación la densidad de plantación debe ser de alrededor de 60 árboles/ha, es decir un espaciamiento final de 13 x 13 m.

⇒ *Aspectos genéticos*

En Estados Unidos existen numerosas razas locales de *Juglans nigra* adaptadas a diferentes condiciones de suelo y clima, las que presentan distintas características de crecimiento según la procedencia. Sin embargo las variedades más conocidas se pueden clasificar en dos grupos: variedades para la producción de nueces y variedades para la producción de madera.

Las principales variables que las diferencian son la resistencia a la antracnosis, la calidad del fruto, la forma y el crecimiento en diámetro y altura.

⇒ *Plagas y enfermedades*

Algunos de los principales hongos que atacan a la especie provocando manchas foliares o canchales corresponden a:

Gnomonia leptostyla conocida como antracnosis provoca defoliación

Sclerotia bataticola produce pudrición del árbol comenzando desde las raíces.

Fusarium sp. causa la muerte del ápice.

En viveros puede presentarse damping off (*Pythium* spp.) y pudrición de raíces (*Mycosphaerella* sp, *Cylindrocarpon radicola* y otros).

Nogal negro es atacado por pocos insectos de importancia, pero algunos de los más frecuentes corresponden a *Datana integerrima* (defoliación y formación incompleta de la cáscara del fruto), *Xylosandrus germanus* (muerte apical y galerías en la madera) y otros que principalmente atacan a las hojas.

⇒ *Características de la madera*

El color de la madera varía de café claro a café oscuro, dependiendo de la edad. La albura es de color cercano al blanco y muestra considerables variaciones en el ancho.

El duramen es de café claro a café oscuro con tintes violáceos; este es un importante parámetro de calidad y clasificación de las chapas de la especie, ya que a pesar de tener buenas características físicas y químicas su principal atractivo es el estético. La madera tiene una excelente estabilidad dimensional, es dura, flexible, resistente y fácil de trabajar, pero presenta tendencia al colapso en el secado.

Es muy sensible al daño por incendios.

⇒ *Usos*

Su fruto es comestible y de interés comercial, por lo que se ocupa en plantaciones con doble propósito.

Su madera es utilizada en muebles de calidad, chapas decorativas, revestimientos interiores y otras aplicaciones.

• *Pinus pinea* (Pino piñonero)

⇒ *Antecedentes generales:* Especie de hábito ramificado que puede alcanzar alturas entre 20 a 30 m y hasta un metro de diámetro; es de gran interés por los frutos comestibles que posee, a los que se denomina piñones.

Se distribuye naturalmente en la Península Ibérica (España y Portugal), costa del Mediterráneo y noreste de Turquía.

En Chile, actualmente se encuentran pequeños bosquetes en la Reserva Forestal Federico Albert (VII Región), Reserva Nacional Peñuelas (V Región), en Pichilemu (VI Región), Cauquenes (VII Región), Angol y Lautaro (IX Región); también existen algunos ejemplares aislados en la zona central; y como cortina cortaviento se ha probado en Illapel. Sin embargo, la superficie potencialmente apta para la especie se distribuye entre la V y IX Región.

⇒ *Clima*

Es resistente al frío, tolerante al viento salino y a la sequía y muy resistente al calor, requiriendo una temperatura media anual entre 14 a 18°C. Resiste temperaturas entre 41°C y -20°C, aunque suelen aparecer daños a los -12°C.

Necesita precipitaciones anuales entre 400 y 800 mm, con régimen de lluvia invernal, con 4 a 6 meses secos.

⇒ *Suelo*

Es una especie con claras exigencias de aireación, por lo que se desarrolla mejor en suelos arenosos y con una capa freática a baja profundidad.

En general tolera todos los suelos excepto los muy húmedos, pesados y alcalinos, siendo poco exigente en nutrientes.

El pH óptimo fluctúa entre 4 y 9.

⇒ *Altitud y Topografía*

En su rango de distribución natural crece desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm; sin embargo en Chile se ha observado que a los 700 msnm no crece bien.

⇒ *Propagación (generalidades)*

Es una especie monoica (las flores femeninas y masculinas se encuentran en el mismo árbol) y presenta diferentes periodos de maduración entre los dos sexos (dicogamia).

Se propaga sexualmente a través de semillas, y vegetativamente a través de injertos de yema o púa y mediante la micropropagación in vitro.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

Florece de septiembre a noviembre. La maduración del piñón requiere de tres periodos vegetativos, completándose este proceso en el otoño del tercer año. Los conos y semillas maduran a fines del verano, realizándose la colecta de conos entre otoño y comienzos del invierno.

La fructificación empieza a los 10 años, aproximadamente.

La cosecha puede llevarse a cabo manual o mecánicamente.

El número medio de semillas por kilo es de 1.000 a 1.600, obteniéndose de un árbol hasta 250 conos con 90 semillas cada uno.

Almacenamiento

Los conos a medida que se van colectando se deben dejar extendido para ser secados al sol durante algunos días; se amontonan en invierno, y al llegar la primavera se vuelven a extender para finalizar el secado y permitir la apertura de ellos.

Se aconseja almacenar las semillas en un medio frío seco y hermético, con un 5 a 10 % de contenido de humedad y a una temperatura entre 0 y 5 °C; y a temperaturas de -17 y -15°C para periodos largos de almacenamiento.

Viverización (siembra, micorrización)

La especie no requiere de tratamientos pregerminativos para lograr una buena germinación; aunque el remojo en agua fría por algunos días aumenta la capacidad germinativa.

La siembra debe realizarse en otoño o a fines del invierno o comienzos de primavera, ya que con temperaturas baja no germina.

Las semillas se deben sembrar a una profundidad no mayor a 2 – 3 cm.

⇒ *Plantación*

Es recomendable el uso de plantas a raíz desnuda como en maceta, de 1 a 2 años de buena forma y vigorosas.

Es beneficioso arar o subsolar el suelo para mejorar la infiltración, eliminar malezas e incorporar nutrientes.

Para una buena producción de frutos se recomiendan espaciamientos desde 3 x 3 hasta 5 x 5 m.

El cuello de la planta debe quedar sobre el nivel del suelo, ya que de lo contrario el crecimiento se puede retardar por más de cinco años.

⇒ *Crecimiento y productividad*

Es una especie de crecimiento lento en su lugar de distribución natural.

Puede presentar crecimientos de 3 a 5 m³/ha/año, llegando a 7,5 m³/ha/año con rotaciones de 80 a 100 años.

En Chile se ha observado alturas de 27,2 m y 1,02 m en diámetro a edades de 75 años.

La producción de frutos comienza a los 10 años, siendo óptima alrededor de los 40 años.

⇒ *Cuidados culturales*

Fertilización

Frecuentemente se fertiliza antes de la preparación del suelo, de modo que los nutrientes queden disponibles a las raíces de las plantas.

Pareciera que fósforo y potasio son los elementos que frecuentemente escasean en los suelos forestales, por lo que la aplicación de ellos es necesaria.

Control de malezas

Se debe realizar un exhaustivo control de malezas, en primavera, los primeros 5 años de modo de favorecer el desarrollo de los individuos, ya sea por medios mecánicos, manuales o químicos.

Riegos

Se recomienda el riego por surcos, evitando el estancamiento de agua, en los periodos más secos para favorecer la producción de frutos.

⇒ *Silvicultura*

Poda

En plantaciones frutales la poda debe otorgar la mayor cantidad de luz posible porque la respuesta en rendimiento de frutos es casi inmediata.

En plantaciones forestales o frutoforestales se recomienda emplear las siguientes podas.

* poda de formación en invierno durante los primeros 3 a 5 años, con el objeto de eliminar dobles flechas, deformaciones y para obtener un árbol equilibrado y sano, formar el tronco para mejorar la calidad de su madera y facilitar la recolección de las piñas, segundas por 2 a 3 desyemes anuales en primavera y verano, que consisten en la eliminación manual de las yemas que aparecen a lo largo del fuste.

* poda de fructificación, se eliminan las ramas bajas que no producen flores femeninas, reforzando la disponibilidad de agua y nutrientes para las más altas, de modo de conseguir una mayor floración y fructificación.

* podas de levante de copa que se realizan en los años posteriores, hasta alcanzar el largo del fuste libre de nudos deseado (aproximadamente 5 – 6 m).

Raleo

Los huertos frutales o frutoforestales necesitan luz en los costados de la copa, para obtener producciones aceptables, por lo que deben ralearse antes del cierre de las copas para evitar o reducir la competencia.

Se propone a partir de una densidad de 1.100 árb/ha ralear a los 15 – 18 años dejando 400 a 625 árb/ha, raleando nuevamente a los 40 años dejando un número aproximado de 250 árb/ha.

⇒ Aspectos genéticos

La especie es susceptible de ser mejorada genéticamente debido al enorme potencial futuro que posee el aprovechamiento tradicional del piñón.

Se conoce una variedad “fragilis”, que se caracteriza por una delgada y blanda cubierta de la semilla.

⇒ Plagas y enfermedades

La especie es susceptible al damping-off daño causado en vivero por algunos hongos; *Cenangium ferruginosum*, hongo que ataca a tronco y ramas, causando decoloración en la madera; *Elytroderma lusitanicum* causa defoliación, formando las llamadas “escobas de brujas”; *Rhizina undulata* causa pudrición de raíces y actúa en presencia de fuego; *Cronartium flaccidum* causa manchas en las acículas. En Chile, *Dothistroma pini* sería una plaga potencial, que se caracteriza por manchas rojizas en las acículas causando finalmente una defoliación.

Entre los insectos defoliadores se pueden mencionar *Acantholyda hieroglyphica*, *Thaumetopea wilkinsoni*; los insectos que atacan los conos destacan *Pissodes validirostris*, *Dioryctria mendacella* y *Megatigmus sp.* que ataca a las semillas del pino piñonero. En Chile *Rhyacionia buoliana* causa graves daños a extensas plantaciones de *Pinus radiata*, por lo que podría convertirse en una plaga potencial de pino piñonero.

⇒ Características de la madera

La madera no es durable, pero es fácil de aserrar y secar; es blanda, ligera.

Presenta una densidad de 570 kg/m³ a un contenido de humedad del 12 %.

⇒ Usos

La madera se emplea en carpintería, construcciones y postes de minas, construcciones livianas, cajas, leña y carbón

El piñón es semejante a la almendra, y es utilizada con excelentes resultados en repostería y pastelería a nivel nacional.

• *Quercus falcata* (Roble americano rojo)

⇒ Antecedentes generales: El roble americano pertenece al subgénero de *Erythrobalanus* y posee dos variedades: *Quercus falcata* var. *pagodaefolia* Ell. y *Quercus falcata* var. *falcata* Michx.

Especie decidua que alcanza alturas entre 18,3 y 24,4 m pudiendo llegar hasta los 30 m en bosquetes; con un DAP entre 30,5 y 91,4 cm pudiendo llegar a 1,5 m.

Usualmente es de tronco corto y copa amplia.

Es semitolerante a intolerante a la sombra.

Es la variedad de robles más común de las zonas altas del sur de los Estados Unidos. Es relativamente rara en los estados del norte Atlántico, donde solamente crece en los sectores costeros.

Las zonas potenciales para el desarrollo de plantaciones con la especie para suelos sin riego la X Región y para la V a X Región con riego.

⇒ *Clima*

Crece en zonas de climas templado-hémedos, con veranos cálidos, inviernos cortos y templados, sin estaciones secas. La precipitación anual es de 1000 a 1300 mm, de los cuales la mitad crece en la estación de crecimiento.

El promedio de temperatura anual en que se desarrolla la especie varía entre 10 y 22°C, con extremas entre -23 y 38°C.

⇒ *Suelo*

Ocupa zonas altas con suelos arenosos o arcillosos con todas las combinaciones entre estas texturas. Ocasionalmente se encuentra creciendo en riveras de ríos, ocupando los terrenos más fértiles.

⇒ *Altitud y topografía*

Se encuentra por sobre los 600 msnm.

Ocupa partes altas y secas de los lomajes, en laderas sur y oeste.

⇒ *Propagación (generalidades)*

Especie monoica.

Reñoña vigorosamente de tocón. El uso del fuego en intensidades moderadas promueve el desarrollo de la regeneración natural.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

La producción de semillas comienza a los 25 años de edad, pero la máxima producción ocurre entre los 50 y 75 años. Se obtienen buenas cosechas cada 1 o 2 años.

Los frutos maduran en otoño y la caída de las semillas ocurre dos temporadas después de la floración. Éstas se diseminan por gravedad en los sectores altos. El número de semillas limpias por kilo varía desde 705 a 1729.

Las bellotas maduras se pueden coleccionar desde la tierra o sacudiendo las ramas.

Almacenamiento

Las bellotas deben ser almacenadas limpias de las ramas, cápsulas sueltas y de otras partículas. Se pueden separar las semillas vanas de las viables mediante el método de flotación.

Requieren de una fumigación antes de ser almacenadas.

Se deben almacenar en cámaras de frío a 0,5°C y mantener el contenido de humedad entre 35 a 40%.

Viverización

Las semillas presentan latencia, por lo que no germinan sino hasta la primavera siguiente. Para romper la latencia se requiere de estratificación fría-humedad durante 30 –60 días en sustrato de arena o turba.

Tienen una alta tasa de germinación cuando son sembradas en suelos minerales; al ser sembradas bajo una capa de hojarasca la germinación puede llegar a ser nula.

La siembra se realiza en otoño o primavera. La semilla debe ser sembrada a 0,6 a 2,5 cm de profundidad, protegiéndola de los roedores a densidades de 40 a 160 m².

⇒ *Plantación*

La práctica más común a sido la plantación de individuos de 1 a 3 años.

También puede realizarse siembra directa en otoño, primavera, y si es necesario en verano.

Para siembra directa se recomienda una densidad de plantación de 3000 plantas/ha.

⇒ *Crecimiento y productividad*

La especie generalmente alcanza alturas de 21 a 25 m y diámetros que varían entre los 60 y 92 cm. A edades entre 21-50 años alcanza DAP (diámetro a 1,3 m) de 14,7 a 16,5 cm con altura entre 9,1 y 17,7 m.

⇒ *Cuidados Culturales*

Control de Malezas

Un buen control de malezas en el establecimiento de la plantación asegura una mejor sobrevivencia y mayor desarrollo de las plantas.

Riegos

Se debe tener cuidado con los primeros riegos, ya que la especie es muy sensible a dañarse por periodos de inundación que superen los 6 días.

⇒ *Silvicultura*

Podas

En rodales naturales la especie desarrolla una poda natural alta, dejando el troco libre de rama en las primeras trozas de valor comercial; sin embargo las ramas epicórmicas son muy abundantes en la especie, especialmente cuando los árboles han sido podados recientemente.

Raleos

Los raleos en rodales jóvenes de *Quercus* son altamente recomendables para acelerar el crecimiento, mejorar la estructura, la calidad y composición del rodal.

⇒ *Aspectos Genéticos*

Es una variedad que puede ser mejorada genéticamente, en especial para favorecer largo de la fibra.

⇒ *Plagas y Enfermedades*

Se ve afectado por damping-off siendo más común en suelos pesados y pobremente aireados; algunos géneros que provocan la enfermedad son *Pythium spp.*, *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia spp.*

Al llevar a terreno plantas atacadas con Antracnosis (*Marssonía* o *Colletotrichum*) la sobrevivencia se puede reducir considerablemente, produciendo caída prematura de las hojas y reducciones en el crecimiento.

Los canchros y pudriciones causadas por *Polyporus hispidus* son comunes. Árboles atacados por *Ceratocystis fagacearum* que produce marchitez puede morir uno o dos meses después de la aparición de los síntomas visibles.

Los insectos pueden provocar daño en las heridas causadas por el fuego y en árboles sobremaduros. La especie es muy sensible a taladradores de corteza (*Agrilus bilineatus*, *Cossula magnifica* entre otros) y a termitas.

El fruto es susceptible al ataque de los gusanos de la bellota o gorgojos entre los que se encuentra *Curculio spp.*

⇒ *Características de la Madera*

La madera es pesada ($689,3\text{kg/m}^3$ cuando está seca al aire), fuerte, dura, y de grano grueso. Presenta problemas de secado y no es durable en contacto con el suelo.

⇒ *Usos*

El fruto se emplea para obtener comestibles de animales.

La madera es considerada de bajo valor, y es utilizada como combustible.

La especie tiene un alto valor ornamental.

• *Nothofagus alessandrii* (Ruil)

⇒ *Antecedentes generales:* Es un árbol caducifolio, de 30 a 60 m de altura, con diámetros que fluctúan entre 0,7 y 2,0 m o más.

Pertenece al tipo forestal roble - hualo y es una especie relictual, siendo la más primitiva de su género.

Cuando crece en altitud, próximo a los límites de la vegetación arbórea se achaparra.

Es una especie intolerante que ocupa estratos dominantes y codominantes en bosquetes puros o en asociación con bosque esclerófilo y valdiviano.

La distribución original de ruil comprendía gran parte de la zona central de Chile, pero las continuas explotaciones lo han situado entre las especies en peligro de extinción.

La especie que es endémica de Chile; en la actualidad se encuentra restringida a 825 ha, especialmente de renovales en la Cordillera de la Costa de las provincias de Talca y Cauquenes en la VII Región.

Los mayores rodales de esta especie se encuentran en el sector la Montaña y El Desprecio, cerca de Empedrado, con 396 ha y el sector del río Curanilahue con 153 ha.

⇒ *Suelo*

Se desarrolla principalmente en suelos húmedos y ricos en materia orgánica. Crece en suelos de origen aluvial y metamórfico, de textura media, pesado, drenaje moderado, pH entre 5,4 y 5,5 y de profundidad efectiva entre 0,8 y 1 m.

⇒ *Clima*

En su distribución natural la temperatura media anual es de 13°C con una máxima de 28°C y una mínima de 0°C . El período libre de heladas varía entre 339 y 365 días. Las precipitaciones varían entre los 708 a 926 mm anuales con un período seco de 6 a 7 meses.

⇒ *Altitud y topografía*

Se encuentra en zonas marginales, en pequeños bosquetes, en laderas de exposición sur y sudeste entre los 160 y 440 msnm.

⇒ *Propagación (Generalidades)*

Regenera abundantemente de tocón. La regeneración por semilla parece no ser significativa. A pesar que en el bosque existe una buena germinación, un alto porcentaje de las plántulas no alcanza a llegar al segundo año vida.

La especie es caducifolia que presenta flores unisexuales de ambos sexos en un mismo individuo.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

La floración se produce cercana a la foliación, generalmente en septiembre; luego se inicia el proceso de fructificación que culmina en febrero, mes en que comienza la diseminación.

La dispersión es por viento y alcanza una distancia de 2 a 3 km. desde el árbol madre.

La colección de los frutos puede realizarse colocando un plástico o lona debajo de los árboles.

Las semillas se extraen del fruto al sol o en hornos a 20-30°C, durante 5 a 6 horas, obteniéndose alrededor de 101.700 semillas por kilogramo, con una pureza del 97%. Alrededor del 20% de las semillas son viables.

Almacenamiento

Se recomienda guardar los frutos en frascos herméticos o en bolsas de polietileno selladas, a 4°C y, en lo posible, reducir el contenido de humedad a menos de 10%.

Viverización

Tiene un escaso porcentaje de germinación en condiciones naturales, pudiendo ser mejorado aplicando estratificación en arena húmeda a 4°C por 30 días, con lo que se alcanzan valores de germinación cercanos al 50%.

La germinación ocurre entre 15 y 30 días después de la siembra.

Hacia el norte de su distribución, la siembra puede realizarse entre julio y agosto y hacia el sur en septiembre.

Se recomienda colocar un sombreadero con una cobertura de 50 - 60%, que se puede ir retirando paulatinamente a partir de los 5 primeros meses, o bien, se puede mantener hasta el momento de retirar las plantas del vivero.

Se recomienda fertilizar con N P K y aplicar un abono foliar completo en enero y marzo.

⇒ *Crecimiento y Productividad*

En la Reserva los Ruiles se ha observado que bosques de 28 - 38 años tienen un promedio de 200 árb/ha con DAP y alturas medias de 18 cm y 17 m respectivamente. Los mejores crecimientos en DAP son del orden de 0,8 cm/año.

⇒ *Silvicultura*

Raleos

Se recomienda realizar el primer raleo entre los 8 y 10 años para conservar el incremento diamétrico de 0,8 cm/año.

⇒ *Plagas y enfermedades*

Al respecto no existe información, sólo se ha observado en vivero la presencia de hongos de caída (Dumping off), atacando a las plántulas recién emergidas.

⇒ *Características de la Madera*

Es muy resistente a la humedad y a la intemperie; se considera similar a la del raulí. No se colapsa y es fácil de trabajar.

⇒ *Usos*

Por la dureza de su madera, especialmente del duramen, se utiliza para vigas, pilares para la construcción y, por su resistencia a la humedad también se usa en la construcción de embarcaciones.

• *Liriodendron tulipifera* (Tulipero)

⇒ *Antecedentes generales:* Es un árbol caducifolio, que alcanza alturas entre 24 y 50 m de altura y diámetros de hasta 9 m. El fuste es limpio y recto, con una copa abierta conformada por ramas pequeñas.

Es una especie nativa del este de Estados Unidos.

En Chile se encuentra en la zona centro y centro - sur como árbol ornamental. Las regiones potencialmente aptas para el desarrollo de la especie comprenden desde la VI hasta la X regiones.

⇒ *Suelo*

Prefiere suelos fértiles, frescos, sueltos, de texturas livianas (arenosas a areno-arcillosas) y drenaje moderadamente bueno, adaptándose a lugares húmedos pero sin estancamiento de agua. Prefiere pH entre 6,1 y 6,5.

No soporta los suelos salinos, pero puede soportar suelos levemente compactados.

⇒ *Clima*

Crece en un rango de temperaturas que varían desde -28,9 hasta 37,8°C.

Las precipitaciones anuales varían entre 762 y 2.032 mm.

Buenos crecimientos se han observado en zonas que presentan lluvias durante la estación de crecimiento; sequías severas afectan el desarrollo de la especie.

Las heladas tempranas provocan daño en brotes, y las tardías pueden incluso llegar a matar los individuos.

Es muy susceptible a daños por incendios debido a su delgada corteza.

Vientos fuertes pueden causar rupturas en la copa.

Es sensible al ozono.

⇒ *Altitud*

Crece desde el nivel del mar hasta los 1.370 msnm. En las zonas montañosas es donde presenta un mejor desarrollo.

⇒ *Propagación (generalidades)*

La germinación de las semillas de tulipero se produce cuando el suelo adquiere una elevada temperatura, por lo que sólo germina en suelos expuestos a la luz.

Rebrota de tocón y crece en forma satisfactoria en bosquetes.

⇒ *Producción de plantas*

Cosecha de semillas y/o frutos

Florece en la época de primavera; la polinización se realiza a través de insectos.

Los frutos son sámaras que el árbol comienza a producir a los 9 años, pero producciones comerciales se presentan alrededor de los 15 a 20 años.

La cosecha de semillas se debe realizar a principios de invierno.

Los conos poseen entre 60 y 100 sámaras.

El tulipero produce una gran cantidad de semillas de escaso poder germinativo; la mayoría son vanas debido a la ineficiencia de la polinización abierta. La polinización cruzada aumenta considerablemente estos porcentajes de viabilidad, hasta sobre un 90%.

Almacenamiento

Los conos deben ser secados inmediatamente después de la cosecha para luego ser partidos manual o mecánicamente.

Las semillas secas pueden ser almacenadas entre 2 y 5 °C durante varios años sin perder su viabilidad.

Viverización (siembra, micorrización)

Las semillas presentan latencia interna, por lo que es necesario un tratamiento pregerminativo.

Periodos largos de estratificación a 3 °C y la aplicación de ácido giberélico aumentan la capacidad germinativa.

Semillas sin tratamiento pregerminativo deben ser sembradas en otoño, y cuando se ha efectuado estratificación en primavera.

Las plantas requieren sombra durante los primeros meses de vida.

La micorrización con *G. mosseae* provoca un fuerte incremento en altura.

⇒ *Plantación*

Se recomienda el uso de plantas a raíz desnuda de unos 30 a 50 cm de altura. Si las plantas son sembradas en almacigueras es necesario repicarlas para obtener ejemplares bien desarrollados después de un año.

Se recomiendan plantaciones con espaciamientos entre 2 x 2 y 4 x 4 m para fines de producción industrial; distancias mayores a éstas producen árboles lobo, es decir, con gran cantidad de brotes epicórmicos, los que es necesario eliminar, elevando el costo de la poda y degradando el valor de la madera.

Es aconsejable plantar en otoño o invierno.

⇒ *Crecimiento y productividad*

A los 60 años se obtienen 652 m³/ha aprovechables si se realizan limpieas (control de malezas). Si esta actividad no se realiza se estima una producción de 520 m³/ha aprovechables.

En condiciones de bosque natural, se ha observado que en árboles con alturas entre 13 y 25 m y diámetros entre 30 y 71 cm se obtiene alrededor de un 89% de madera aserrable y un 10% de madera pulpable.

Se ha determinado que regímenes de cosecha de 30 a 60 años en sectores donde la especie alcanza entre 9 y 18 m de altura maximizan el Valor Presente Neto a una tasa del 5%.

⇒ *Cuidados culturales*

Fertilización

La aplicación de nitrógeno por sí solo puede aumentar la altura entre un 39 y 70%, por lo que se recomienda fertilizar durante los primeros años después de la plantación.

Control de malezas

Un control de malezas intenso es necesario en los primeros años de la plantación, ya que después de las limpias tulipero presenta fuertes incrementos en diámetro más que en altura.

Se recomienda un desmalezado químico con simazina, que puede llegar a triplicar el crecimiento en volumen.

Riegos

Tiene efectos positivos, en especial si se aplica combinado con fertilización.

⇒ Silvicultura

Poda

La especie presenta buena poda natural, excepto cuando los árboles se encuentran muy distanciados.

Raleo

Los raleos deben efectuarse moderadamente, en forma gradual, manteniendo el rodal lo suficientemente cerrado como para evitar la aparición de brotes epicórmicos, los que deben ser eliminados, elevando el costo de la poda y degradando la calidad de la madera.

⇒ Aspectos genéticos

Se conocen alrededor de 14 variedades de tulipero; las diferencias entre poblaciones y el polimorfismo es bastante alto debido al origen de la especie.

⇒ Plagas y enfermedades

La especie no adquiere enfermedades fácilmente; sin embargo se ha observado que algunos hongos provocan canchales (*Fusarium solanai*), pudriciones y decoloración del duramen (*Ceratocystis spp.* y *Fusarium spp.*) y marchitez (*Verticillium dahliae*).

Se han encontrado cuatro insectos de importancia relevante que producen remoción del floema (*Toumeyella liriodendri*), perforaciones en la albura (*Corthylus columbianus*) y ataque a brotes y hojas (*Thecodiplosis liriodendri*).

⇒ Características de la Madera

Su madera presenta un veteado hermoso, es liviana y muy fácil de trabajar, pulir, pintar y clavar, de albura blanca y duramen amarillento.

Presenta una densidad entre 461 y 569 kg/m³ a un contenido de humedad del 12 %.

⇒ Usos

La madera se utiliza principalmente en carpintería, recubrimiento de interiores, chapas, muebles, instrumentos musicales, molduras, paneles, producción de celulosa, entre otros.

Actualmente se ha empezado a ocupar en la fabricación de Cement-Excelsior Board, un tipo de panel compuesto de cemento y madera, que presenta un excelente aislamiento acústico y efecto decorativo.

Presenta torceduras al ser secada, siendo éste el principal problema para la producción de madera aserrada.

Se adjunta a este Informe final, las monografías restantes, es decir, Cerezo americano (*Prunus serotina*), Aliso rojo (*Alnus rubra*) y Nogal negro (*Juglans nigra*). La de Aliso común (*Alnus glutinosa*) está en etapa de edición, por lo que se enviará próximamente.

4.3. Especificar modelos culturales idóneos para las especies

Basándose en los temas indicados en el punto 3.3 del presente informe, a continuación se entregan los resultados más relevantes para cada actividad relacionada con la definición de modelos culturales.

4.3.1. Ensayos de terreno instalados

Los tipos de ensayos que se definieron durante el proyecto fueron los siguientes:

CUADRO 2
DIFERENTES TIPOS DE ENSAYOS APLICADOS EN EL PROYECTO

Tipo de ensayo	Objetivo	Especie
Procedencias	Comparar distintas procedencias extranjeras u orígenes de la especie en Chile y evaluar su comportamiento	<i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Alnus cordata</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Castanea sativa</i> <i>Ceratonia siliqua</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Gevuina avellana</i> <i>Grevillea robusta</i> <i>Juglans regia</i> <i>Juglans nigra</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Liriodendron tulipifera</i> <i>Pinus pinea</i> <i>Prunus avium</i>
Procedencias y distanciamiento	Comparar distintas procedencias de las especies con diversos distanciamiento y evaluar su comportamiento	<i>Castanea sativa</i> <i>Juglans regia</i> <i>Juglans hindsii</i> <i>Juglans nigra</i> <i>Nothofagus alpina</i> <i>Prunus avium</i> <i>Prunus serotina</i>
Procedencias en plantación mixta	Evaluar el efecto de una especie secundaria sobre el crecimiento y desarrollo de distintas procedencias de una especie principal.	<i>Juglans regia</i> – <i>Elaeagnus angustifolia</i> . <i>Juglans regia</i> – <i>Elaeagnus angustifolia</i> – <i>Alnus glutinosa</i> . <i>Castanea sativa</i> – <i>Juglans regia</i> – <i>Nothofagus alpina</i> – <i>Prunus avium</i>
Progenie de polinización abierta	Probar genéticamente familias de características sobresalientes	<i>Juglans regia</i>
Distanciamiento	Evaluar distintos distanciamientos y su posterior manejo silvícola	<i>Quercus falcata</i> <i>Liriodendron tulipifera</i>
Distanciamiento y efecto del riego	Evaluar el comportamiento de la especie con y sin riego a dos distanciamientos	<i>Quercus falcata</i>
Manejo	Evaluar efectos del manejo silvicultural y su comportamiento en Chile.	<i>Prunus serotina</i>

Tipo de ensayo	Objetivo	Especie
Plantación mixta	Evaluar el efecto de especies de alto valor asociadas en plantación mixta	<i>Castanea sativa</i> - <i>Juglans nigra</i> - <i>Fraxinus excelsior</i> - <i>Liquidambar styraciflua</i>
Protecciones individuales	Evaluar el uso de diferentes tipos de protección individual (shelters) con especies de alto valor	<i>Liquidambar styraciflua</i>

4.3.2. Semillas obtenidas

En el siguiente cuadro se da cuenta para cada especie del mecanismo utilizado para la obtención de semillas

CUADRO 3
SEMILLAS OBTENIDAS DURANTE EL PROYECTO

Especie	Proveedor	Procedencia
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Conrad Appel	Alemania
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Robert Gandy	Hungría
<i>Acer pseudoplatanus</i>	CESAF (Centro Semillas Forestales, U.de Chile)	Región Metropolitana
<i>Alnus cordata</i>	Robert Gandy	Italia
<i>Alnus cordata</i>	Forestal Niebla	X Región.
<i>Alnus glutinosa</i>	Conrad Appel	Alemania
<i>Alnus glutinosa</i>	Robert Gandy	Hungría
<i>Alnus glutinosa</i>	CESAF	X Región
<i>Alnus rubra</i>	Robert Gandy	Estados Unidos
<i>Castanea sativa</i>	INFOR	VII - X Regiones
<i>Ceratonia siliqua</i>	s.i.	España
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Conrad Appel	Rusia
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Robert Gandy	Estados Unidos
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Vivero El Árbol	Región Metropolitana
<i>Fraxinus excelsior</i>	Robert Gandy	Eslovenia
<i>Fraxinus excelsior</i>	CESAF	Región Metropolitana
<i>Grevillea robusta</i>	Antumapu	Región Metropolitana
<i>Juglans regia</i>	INFOR	Región Metropolitana
<i>Juglans hindsii</i>	s.i.	Estados Unidos
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Robert Gandy	Estados Unidos
<i>Liquidambar styraciflua</i>	CESAF	Región Metropolitana
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Robert Gandy	Estados Unidos
<i>Liriodendron tulipifera</i>	CESAF	VII Región
<i>Pinus pinea</i>	s.i.	Italia y España
<i>Prunus avium</i>	INFOR	Curacautín
<i>Prunus serotina</i>	s.i.	Estados Unidos
<i>Quercus falcata</i>	CESAF	VI Región

4.3.3. Plantas

En el cuadro siguiente se describen las especies que fueron adquiridas en viveros; la mayoría de estas especies corresponden a las plantadas en la temporada 1998.

CUADRO 4
PLANTAS PRODUCIDAS DURANTE EL PROYECTO

Especie	Vivero	Procedencia
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Dollinco	Valdivia, X región
<i>Acer pseudoplatanus</i>	CEFOR (Centro Experimental Forestal. Univ. Austral de Chile).	Valdivia, X Región
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Antumapu	Región Metropolitana
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Maria Teresa Puroja	Región Metropolitana
<i>Castanea sativa</i>	Cordillera	Valdivia, X Región
<i>Castanea sativa</i>	Cordillera	Chillán, VIII Región
<i>Castanea sativa</i>	CEFOR	Temuco, IX Región
<i>Fraxinus excelsior</i>	CEFOR	Región Metropolitana
<i>Fraxinus excelsior</i>	Antumapu	Región Metropolitana
<i>Gevuina avellana</i>	Vivero Lusitania	Nueva Imperial, IX Región
<i>Gevuina avellana</i>	CEFOR	Temuco, IX Región
<i>Grevillea robusta</i>	Alpes Suizos	Temuco, IX Región
<i>Grevillea robusta</i>	Antumapu	Región Metropolitana
<i>Juglans nigra</i>	CEFOR	Valdivia, X Región
<i>Juglans nigra</i>	Antumapu	Región Metropolitana
<i>Juglans regia</i>	Vivero Sur	Curicó, VII Región
<i>Juglans regia</i>	CEFOR	Italia
<i>Liquidambar styraciflua</i>	CEFOR	Región Metropolitana
<i>Liquidambar styraciflua</i>	CEFOR	Valdivia, X Región
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Antumapu	Región Metropolitana
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Hugo Castro	Temuco, IX Región
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Araucano	Región Metropolitana
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Renaico	X Región
<i>Nothofagus alpina</i>	INFOR	X Región.
<i>Prunus avium</i>	Cordillera	Curicó
<i>Prunus avium</i>	Domingo Veloz	Romeral, VII Región
<i>Prunus avium</i>	Alejandro Navarro	Molina, VII Región
<i>Quercus falcata</i>	Dollinco	Rancagua, VI Región
<i>Quercus falcata</i>	CEFOR	Región Metropolitana

4.3.4. Ensayos establecidos en cada temporada

Una vez seleccionados los predios y establecidos los Convenios de Colaboración entre INFOR y los propietarios particulares o institucionales, fueron instalados los siguientes ensayos enunciados en los siguientes cuadros según temporada de plantación.

CUADRO 5
ENSAYOS INSTALADOS TEMPORADAS 1994 - 1995

Ensayo			Especie	Tipo de ensayo	Propietario o Responsable
N°	Ubicación	Año			
✓ 1	Mundo Nuevo Casablanca (1). V Región	1994	<i>Pinus pinea</i>	Procedencias	UNICYT Filomena Narvaez
✓ 2	Mundo Nuevo Casablanca (2). V Región	1994	<i>Ceratonia siliqua</i>	Procedencias	UNICYT Filomena Narvaez
✓ 3	Mundo Nuevo Casablanca (3). V Región	1994	<i>Juglans regia;</i> <i>Juglans hindsii</i>	Procedencias - distanciamiento	UNICYT Filomena Narvaez
✓ 4	San Antonio Loncoche. IX Región	1994	<i>Castanea sativa;</i> <i>Prunus avium;</i> <i>Nothofagus alpina</i>	Procedencias y distanciamiento	Empresas Fourcade Marcelo Fourcade
✓ 5	Copihue Parral (1). VII Región	1995	<i>Juglans regia</i>	Procedencias	CAF. El Álamo Jaime Ulloa
6	Culiprán Melipilla. R.M.	1995	<i>Juglans regia</i>	Procedencias	José Vergara
7	Molina. VII Región	1995	<i>Juglans regia</i>	Procedencias	Domingo Veloz

CUADRO 6
ENSAYOS INSTALADOS TEMPORADA 1996

Ensayo			Especie	Tipo de ensayo	Propietario o Responsable
Nº	Ubicación	Año			
8	Las Cardillas San Fernando VI Región	1996	<i>Juglans regia</i>	Progenie de polinización abierta	Eduardo Astorga
9	Copihue Parral (2) VII Región	1996	<i>Juglans regia</i>	Progenie de polinización abierta	CAF, El Alamo Jaime Ulloa
10	Antiquina Contulmo VIII Región	1996	<i>Nothofagus alpina</i> ; <i>Castanea sativa</i> ; <i>Prunus serotina</i> ; <i>Juglans regia</i>	Procedencias en plantación mixta	INFOR - Concepción Arnoldo Villarreal
11	El Vergel Angol IX Región	1996	<i>Juglans regia</i>	Progenie de polinización abierta	Escuela Agrícola El Vergel. Daniel Ortiz-Leñicia Zapata
12	Parcela 11 Collipulli (1) IX Región	1996	<i>Prunus serotina</i>	Manejo	Antonio Molina
13	Parcela 11 Collipulli (2) IX Región	1996	<i>Prunus serotina</i>	Procedencias - distanciamiento	Antonio Molina
14	Guay-Guay Los Lagos - Riñihue X Región	1996	<i>Grevillea robusta</i>	Progenies - Procedencias	Luz María Manterola
15	Parcela 49 Ovalle IV Región	1996	<i>Juglans regia</i>	Progenie de polinización abierta	Carlos Soto
16	El Sauce Coihueco VIII Región	1996	<i>Grevillea robusta</i>	Progenie - Procedencias	Sergio Bocaz

CUADRO 7
ENSAYOS INSTALADOS TEMPORADA 1997

Ensayo			Especie	Tipo de ensayo	Propietario o Responsable
N°	Ubicación	Año			
17	Carrizal Toltén IX Región	1997	<i>Alnus glutinosa</i> ; <i>Alnus cordata</i>	Especies - Procedencias	Pilar Echavarrri Otiñano
18	Las Mercedes El Carmen (1) VIII Región	1997	<i>Quercus falcaia</i>	Distanciamiento	Raúl Montecinos
19	Las Mercedes El Carmen (2) VIII Región	1997	<i>Quercus falcaia</i>	Distanciamiento - Efecto del riego	Raúl Montecinos
20	El Huaqui Los Ángeles VIII Región	1997	<i>Liriodendron tulipifera</i>	Distanciamiento	Munic. Los Angeles Daniel Badilla
21	Copihue Parral (3) VII Región	1997	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Procedencias - Efecto de Plantación Mixta	CAF. El Álamo Jaime Ulloa
22	El Huertón Los Ángeles VIII Región	1997	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Procedencias - Efecto de Plantación Mixta	Ministerio de Educación CODESSER
23	El Huachi Santa Bárbara VIII Región	1997	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Procedencias - Efecto de Plantación Mixta	Ricardo Barrueto
24	Parcela 2 - Los Confinos Angol IX Región	1997	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Procedencias - Efecto de Plantación Mixta	José Nicanor Ortega
25	Los Laureles Pinto VIII Región	1997	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i> <i>Alnus glutinosa</i>	Procedencias - Efecto de Plantación Mixta	Alex Etchevers
26	Parcela 22 - Los Confinos Angol IX Región	1997	<i>Juglans regia</i>	Progenie	Ernesto Fuentes Valdés
27	Rinconada Curco IX Región	1997	<i>Juglans regia</i>	Progenie	Soc. Los Aromos Leonardo García
28	El Sauce Coihueco VIII Región	1997	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Procedencia	Sergio Bocaz

CUADRO 8
ENSAYOS INSTALADOS TEMPORADA 1998

Ensayo			Especie	Tipo de Ensayo	Propietario o Responsable
Nº	Ubicación	Año			
✓ 29	Parcela 24. Pelarco VII Región	1998	<i>Prunus avium</i>	Procedencias	Ricardo Cruz.
30	Base Naval de Talcahuano VIII Región	1998	<i>Grevillea robusta</i>	Procedencias	Comandante Tomás Wilson
31	Membrillar Portezuelo VIII Región	1998	<i>Fraxinus excelsior</i>	Procedencias	Juan Manuel Contreras
32	Ruca Tata, Quilaco, Santa Barbara VIII Región	1998	<i>Juglans nigra</i>	Procedencias	Oscar Medina
33	Las Mercedes El Carmen VIII Región	1998	<i>Quercus falcata</i>	Replante de ensayo de distanciamiento con riego	Raúl Montecinos
34	Las Mercedes El Carmen VIII Región	1998	<i>Quercus falcata</i>	Replante de ensayo de distanciamiento sin riego	Raúl Montecinos
35	Vista Bella San Ignacio VIII Región	1998	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Procedencias	Elly Jungjohaln
36	San Enrique Victoria IX Región	1998	<i>Castanea sativa</i>	Procedencias	Alejandra Fernández
37	Lote A, ex Los Aromos, Villarrica IX Región	1998	<i>Gevuina avellana</i>	Procedencias	Juan Cristóbal Edwards
38	Campamento Freire IX Región	1998	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Protecciones individuales (shelters)	Hans Uwe Roth
39	San Miguel Angol IX Región	1998	<i>Juglans nigra;</i> <i>Castanea sativa;</i> <i>Fraxinus excelsior;</i> <i>Liquidambar styraciflua</i>	Plantación mixta	Bernardo Parani
40	El Roble Paillaco X Región	1998	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Procedencias	Carlos Rudlof
41	La Huella San Juan de la Costa X Región	1998	<i>Liriodendron tulipifera</i>	Procedencias	Stephan Graff

Se puede apreciar en los cuadros anteriores, la gran cantidad de ensayos instalados durante la ejecución del proyecto, lamentablemente no todos ellos han sobrevivido (en el punto 5.3 se explica con mayor detalle la causa de la disminución del número de ensayos o unidades finales), sin embargo, es necesario destacar el trabajo en equipo realizado tanto por los técnicos de INFOR como en la mayoría de los casos por propietarios y terceras personas que actuaron como nexo de comunicación entre las partes involucradas.

4.3.5. Cuidados culturales efectuados

Una vez instalados los ensayos se procedió a ejecutar las labores de mantención, enmiendas al suelo y mejoramiento de las plantaciones; éstas son descritas en los siguientes cuadros.

CUADRO 9
CUIDADOS CULTURALES REALIZADOS EN ENSAYOS INSTALADOS
ENTRE 1994 Y 1996

Ubicación del ensayo	Especie	Replante	Fertilización	Control de malezas	Podas	Evaluaciones
Mundo Nuevo Casablanca V Región	<i>Pinus pinea</i>		Sept. 94 Sept. 95	Oct. 94 Nov. 95 Sept. 96 Sept. 98		Oct. 94 Julio 95 Enero 97 Julio 98
San Antonio Loncoche IX Región	<i>Castanea sativa</i> ; <i>Prunus avium</i> ; <i>Nothofagus alpina</i>		Sept. 94	Agosto 94 Abril 96 Sept. 98	Nov. 94 Abril 96 Oct. 96 Marzo 97	Sept. 94 Enero 96 Enero 97 Agosto 98
Copihue Retiro - Parral (1) VII Región	<i>Juglans regia</i>	Oct. 95	Nov. 95 Sept. 96 Sept. 98	Nov. 95 Sept. 96 Abril 97 Sept. 98	Agosto 96 Oct. 96 Julio 97 Julio 98	Oct. 95 Sept. 96 Enero 97 Agosto 98
Las Cardillas San Fernando VI Región	<i>Juglans regia</i>	Agosto 98	Sept. 96 Dic. 96 Sept. 98	Nov. 96 Enero 97 Sept. 98	Agosto 97 Agosto 98	Sept. 96 Enero 97 Agosto 98
Copihue Retiro - Parral (2) VII Región	<i>Juglans regia</i>	Agosto 97	Julio 96 Sept. 98	Nov. 96 Abril 97 Sept. 98	Oct. 96 Julio 97 Sept. 98	Sept. 96 Enero 97 Agosto 98
Antiquina Contulmo VIII Región	<i>Nothofagus alpina</i> ; <i>Castanea sativa</i> ; <i>Prunus serotina</i> ; <i>Juglans regia</i>	Agosto 97	Febrero 96 Sept. 98	Enero 97 Sept. 98	Oct. 96 Feb. 97 Sept. 98	Feb. 96 Feb. 97 Agosto 98
El Vergel Angol IX Región	<i>Juglans regia</i>	Oct. 96	Sept. 96 Dic. 96 Sept. 98	Dic. 96 Marzo 97 Oct. 97 Sept. 98	Julio 97 Julio 98	Sept. 96 Enero 97 Agosto 98
Parcela 11 Collipulli IX Región	<i>Prunus serotina</i> (1 y 2)	Sept. 97	Sept. 96 Sept. 98	Nov. 96 Enero 97 Sept. 98	Oct. 96 Julio 98	Sept. 96 Enero 97 Agosto 98
Guay-Guay Rinihue X Región	<i>Grevillea robusta</i>		Oct. 96 Dic. 96 Sept. 98	Dic. 96 Sept. 98	Sept. 98	Oct. 96 Enero 97 Agosto 98

CUADRO 10
CUIDADOS CULTURALES REALIZADOS EN ENSAYOS INSTALADOS EN 1997

Ubicación del ensayo	Especie	Replante	Fertilización	Control de malezas	Podas	Evaluaciones
Carrizal Toltén IX Región	<i>Alnus glutinosa</i> ; <i>Alnus cordata</i>	Sept. 98	Dic. 97 Sept. 98	Nov. 97 Agosto 98	Sept. 98	Dic. 97 Agosto 98
El Carmen Ñuble VIII Región	<i>Quercus falcata</i> (1 y 2)	Sept. 98	Sept. 98	Nov. 97 Agosto 98	Sept. 98	Oct. 97 Agosto 98
El Huaqui Los Ángeles VIII Región	<i>Liriodendron tulipifera</i>	Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Nov. 97 Agosto 98	Sept. 98	Dic. 97 Agosto 98
Copihue Retiro - Parral (3) VII Región	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i>		Dic. 97 Sept. 98	Nov. 97 Agosto 98	Sept. 98	Oct. 97 Agosto 98
El Huertón Los Ángeles VIII Región	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Sept. 98	Oct. 97 Agosto 98
El Huachi Santa Bárbara VIII Región	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Sept. 98	Nov. 97 Agosto 98
Parcela 2 - Angol IX Región	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Sept. 98	Dic. 97 Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Sept. 98	Oct. 97 Agosto 98
Los Laureles Pinto VIII Región	<i>Juglans regia</i> ; <i>Elaeagnus angustifolia</i> ; <i>Alnus glutinosa</i>	Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Sept. 98	Oct. 97 Agosto 98
Parcela 22 - Los Confinos Angol IX Región	<i>Juglans regia</i>	Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Sept. 98	Oct. 97 Agosto 98
Rinconada Curco IX Región	<i>Juglans regia</i>	Sept. 98	Dic. 97 Sept. 98	Nov. 97 Sept. 98	Sept. 98	Dic. 97 Agosto 98
El Sauce Coihueco VIII Región	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Sept. 98	Dic. 97 Sept. 98	Dic. 97 Sept. 98	Sept. 98	Oct. 97 Agosto 98

4.3.6. Mediciones y evaluaciones de crecimiento efectuadas

A fin de conocer el comportamiento de cada especie en los lugares de plantación y evaluar la respuesta a los diversos tratamientos, durante el proyecto fueron medidos todos los ensayos; en el siguiente cuadro se indican los resultados de las mediciones de la presente temporada.

CUADRO 11
RESULTADOS DE VARIABLES CUANTITATIVAS POR ENSAYO A 1998

Ensayo	Año plantación	Especie	Mortalidad (%)	Altura (m)	D.A.C. (cm)
Mundo Nuevo (1).	1994	<i>Pinus pinea</i>	18,0	0,73 $\pm$ 0,16	2,64 $\pm$ 0,72
San Antonio Loncoche 2 x 2	1994	<i>Castanea sativa</i>	16,4	1,07 $\pm$ 0,40	2,66 $\pm$ 1,09
		<i>Prunus avium</i>	5,2	2,58 $\pm$ 0,53	3,89 $\pm$ 0,94
		<i>Nothofagus alpina</i>	53,1	1,31 $\pm$ 0,40	2,24 $\pm$ 0,86
San Antonio Loncoche 3 x 3	1994	<i>Castanea sativa</i>	10,8	0,88 $\pm$ 0,34	2,53 $\pm$ 0,97
		<i>Prunus avium</i>	1,9	2,47 $\pm$ 0,54	4,16 $\pm$ 1,00
		<i>Nothofagus alpina</i>	44,8	1,03 $\pm$ 0,32	2,08 $\pm$ 0,73
Copihue Parral (1).	1995	<i>Juglans regia</i>	1,8	4,43 $\pm$ 0,86	9,26 $\pm$ 1,28
San Fernando	1996	<i>Juglans regia</i>	23,4	0,67 $\pm$ 0,23	2,49 $\pm$ 0,69
Copihue Parral (2)	1996	<i>Juglans regia</i>	1,9	1,64 $\pm$ 0,68	3,23 $\pm$ 1,11
Antiquina Contulmo Sector 1	1996	<i>Nothofagus alpina</i>	34,7	0,84 $\pm$ 0,46	1,19 $\pm$ 0,63
		<i>Castanea sativa</i>	5,6	0,78 $\pm$ 0,40	1,73 $\pm$ 0,68
		<i>Juglans regia</i>	4,8	0,87 $\pm$ 0,31	2,41 $\pm$ 0,94
Antiquina Contulmo Sector 2	1996	<i>Nothofagus alpina</i>	19,0	0,99 $\pm$ 0,46	1,82 $\pm$ 0,74
		<i>Castanea sativa</i>	27,3	0,94 $\pm$ 0,43	1,57 $\pm$ 0,66
		<i>Prunus avium</i>	16,7	0,99 $\pm$ 0,44	1,69 $\pm$ 0,64
El Vergel Angol	1996	<i>Juglans regia</i>	1,3	1,79 $\pm$ 0,60	4,21 $\pm$ 0,85
Collipulli (1) 3 x 3	1996	<i>Prunus serotina</i>	1,5	0,73 $\pm$ 0,22	1,00 $\pm$ 0,34
Collipulli (2) 3 x 3; 2 x 2	1996	<i>Prunus serotina</i>	10,4	0,75 $\pm$ 0,22	1,04 $\pm$ 0,33
Guay-Guay, Los Lagos	1996	<i>Grevillea robusta</i>	10,4	0,60 $\pm$ 0,20	1,64 $\pm$ 0,54
Carrizal Toltén	1997	<i>Alnus glutinosa</i> Chile	6,7	0,35 $\pm$ 0,14	1,17 $\pm$ 0,40
		<i>Alnus glutinosa</i> Alemania	2,7	0,42 $\pm$ 0,17	1,39 $\pm$ 0,48
		<i>Alnus cordata</i>	5,3	0,23 $\pm$ 0,12	0,85 $\pm$ 0,36
El Huaqui 3x3	1997	<i>Liriodendron tulipifera</i>	86,7	0,24 $\pm$ 0,17	0,99 $\pm$ 0,43
El Huaqui 4x4	1997	<i>Liriodendron tulipifera</i>	85,3	0,34 $\pm$ 0,26	1,12 $\pm$ 0,39
Copihue Parral (3)	1997	<i>Juglans regia</i>	12,3	0,64 $\pm$ 0,25	2,11 $\pm$ 0,56
		<i>Elaeagnus angustifolia</i>	8,0	1,71 $\pm$ 0,65	2,67 $\pm$ 1,04
El Huertón Los Ángeles	1997	<i>Juglans regia</i>	11,7	0,36 $\pm$ 0,13	1,69 $\pm$ 0,43
El Huachi Santa Bárbara	1997	<i>Juglans regia</i>	50,0	0,24 $\pm$ 0,04	0,89 $\pm$ 0,22
		<i>Elaeagnus angustifolia</i>	26,0	0,36 $\pm$ 0,14	0,74 $\pm$ 0,23
Parcela 2 Angol	1997	<i>Juglans regia</i>	35,8	0,17 $\pm$ 0,08	0,89 $\pm$ 0,36
		<i>Elaeagnus angustifolia</i>	1,0	0,65 $\pm$ 0,14	1,45 $\pm$ 0,30
Los Laureles Pinto	1997	<i>Juglans regia</i>	2,5	0,23 $\pm$ 0,07	0,70 $\pm$ 0,17
		<i>Elaeagnus angustifolia</i>	19,8	0,41 $\pm$ 0,18	0,42 $\pm$ 0,18
		<i>Alnus glutinosa</i>	15,0	0,34 $\pm$ 0,10	0,43 $\pm$ 0,14
Parcela 22 Angol	1997	<i>Juglans regia</i>	49,5	0,22 $\pm$ 0,06	1,08 $\pm$ 0,24
Rinconada Cunco	1997	<i>Juglans regia</i>	10,3	0,20 $\pm$ 0,07	1,05 $\pm$ 0,29
El Sauce Coihueco	1997	<i>Liquidambar styraciflua</i>	0,0	0,48 $\pm$ 0,10	0,55 $\pm$ 0,14

Los resultados de los análisis estadísticos para cada especie, procedencia o familia según corresponda se incluyen en el Anexo 6.

4.4. Determinar las zonas potenciales aptas para el desarrollo de las especies

Se estimaron las superficies potenciales totales por región, aptas para la plantación de Castaño, Pino piñonero, Nogal común, Nogal negro, Cerezo común, Cerezo americano, Aliso común, Aliso italiano, Aliso rojo, Roble americano, Grevillea, Liquidambar, Tulipero, Fresno y Sicomoro. En el caso de las especies nativas, Avellano y Ruil, no se estimó la superficie potencial, debido a que su distribución natural es conocida.

A continuación se resumen las superficies regionales para las especies enunciadas en el párrafo anterior.

CUADRO 12
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA SICOMORO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	291.009	17.638	S.I.	2.979	270.392
VII Región del Maule	1.489.181	205.861	183.479	6.380	1.093.461
VIII Región del Bío - Bío	1.323.135	278.197	133.695	-	911.243
IX Región de La Araucanía	990.953	110.084	116.584	9.111	755.174
X Región de Los Lagos	1.833.192	89.444	643.646	13.606	1.086.496
TOTAL	5.927.470	701.224	1.077.404	32.076	4.116.766

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 13
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA NOGAL NEGRO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	417.367	34.707	S.I.	161	382.499
VII Región del Maule	1.286.007	207.871	147.514	2.246	928.376
VIII Región del Bío - Bío	1.210.485	267.638	108.452	-	834.395
IX Región de La Araucanía	792.941	85.519	69.757	86	637.579
X Región de Los Lagos	861.381	18.313	447.248	11.106	384.714
TOTAL	4.568.181	614.048	772.971	13.599	3.167.563

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 14
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA ALISO ROJO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VII Región del Maule	48.859	6.101	11.577	57	31.124
VIII Región del Bío - Bío	859.514	207.547	86.549	-	565.418
IX Región de La Araucanía	888.020	101.090	92.652	86	694.192
X Región de Los Lagos	1.666.971	87.907	607.948	11.106	960.010
TOTAL	3.463.364	402.645	798.726	11.249	2.250.744

ASP*: Areas Silvestres Protegidas del Estado

CUADRO 15
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA ALISO COMÚN (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
V Región de Valparaíso	335.422	24.380	S.I.	6.165	304.877
Región Metropolitana de Santiago	466.177	S.I.	S.I.	-	466.177
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	802.415	74.823	S.I.	5.381	722.211
VII Región del Maule	1.938.291	270.461	175.141	4.410	1.488.279
VIII Región del Bío - Bío	2.955.587	619.569	341.301	5.229	1.989.488
IX Región de La Araucanía	2.485.052	214.315	294.673	64.237	1.911.827
X Región de Los Lagos	4.131.693	103.585	1.753.196	83.750	2.191.162
TOTAL	13.114.637	1.307.133	2.564.311	169.172	9.074.021

ASP*: Areas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 16
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA ALISO ITALIANO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VIII Región del Bío - Bío	686.801	101.986	305.953	12.559	266.303
IX Región de La Araucanía	1.684.218	113.313	270.912	45.701	1.254.292
X Región de Los Lagos	3.778.613	100.721	1.557.319	87.113	2.033.460
TOTAL	6.149.632	316.020	2.134.184	145.373	3.554.055

ASP*: Areas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 17

SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA ROBLE AMERICANO ROJO SIN RIEGO(ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
X Región de Los Lagos	1.339.963	18.479	663.766	22.885	634.833
TOTAL	1.339.963	18.479	663.766	22.885	634.833

ASP*: Areas Silvestres Protegidas del Estado

S.I.: Sin información

CUADRO 18

SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL ROBLE AMERICANO ROJO CON RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
V Región de Valparaíso*	81.876 (962.323)	2.450 (46.677)	-	- (18.460)	79.426 (897.186)
Región Metropolitana de Santiago	827.666	S.I.	S.I.	-	827.666
VI Región del Libertador B. O'Higgins	953.011	78.827	S.I.	419	873.765
VII Región del Maule	1.996.521	269.939	165.915	3.277	1.557.390
VIII Región del Bio - Bio	2.512.973	567.409	142.281	-	1.803.283
IX Región de La Araucanía	1.730.022	180.235	156.602	38.159	1.355.026
X Región de Los Lagos	1.710.945	19.636	711.324	28.759	951.226
TOTAL	9.813.014 (10.693.461)	1.118.496 (1.162.723)	1.176.122	70.614 (89.074)	7.447.782 (8.265.542)

ASP*: Areas Silvestres Protegidas del Estado

S.I.: Sin información

*: Para la V Región la primera cifra corresponde a información obtenida considerando antecedentes de clima y suelo. Las cifras entre paréntesis corresponden a datos obtenidos sin información de suelos. Por este motivo los totales entre paréntesis corresponden a superficies sin información de suelo.

CUADRO 19
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA CASTAÑO CON RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	258.306	29.847	-	-	228.459
VII Región del Maule	532.477	45.717	36.955	-	449.805
VIII Región del Bío - Bío	670.847	120.476	66.272	-	484.099
IX Región de La Araucanía	834.272	87.325	77.704	86	669.157
X Región de Los Lagos	1.277.962	80.384	411.941	11.140	774.497
TOTAL	3.573.864	363.749	592.872	11.226	2.606.017

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

CUADRO 20
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA CASTAÑO SIN RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VIII Región del Bío - Bío	398.356	92.104	63.794	-	242.458
IX Región de La Araucanía	562.637	65.077	77.795	1.432	418.333
X Región de Los Lagos	1.239.732	78.469	408.125	11.140	741.998
TOTAL	2.200.725	235.650	549.714	12.572	1.402.789

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

CUADRO 21
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA CEREZO COMÚN SIN RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	109.382	13.566	-	-	95.816
VII Región del Maule	729.952	98.663	94.536	1.268	535.485
VIII Región del Bío - Bío	1.225.978	268.074	99.648	-	858.256
IX Región de La Araucanía	1.102.956	107.993	104.714	86	890.163
X Región de Los Lagos	1.809.608	88.171	633.123	11.106	1.077.208
TOTAL	4.977.876	576.467	932.021	12.460	3.456.928

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

CUADRO 22
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA CEREZO COMÚN CON RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
V Región de Valparaíso*	17.170 (810.896)	288 (46.634)	-	- (16.945)	16.882 (747.317)
Región Metropolitana	389.912	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	575.438	40.740	-	183	534.515
VII Región del Maule	1.395.027	217.233	126.150	1.455	1.050.189
VIII Región del Bío - Bío	1.283.384	276.003	100.737	-	906.644
IX Región de La Araucanía	1.102.956	107.993	104.714	86	890.163
X Región de Los Lagos	1.809.608	88.171	633.123	11.106	1.077.208
TOTAL	6.573.495 (7.367.221)	730.428 (776.774)	964.724	12.830 (29.775)	4.475.601 (5.206.036)

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

*: Para la V Región la primera cifra corresponde a información obtenida considerando antecedentes de clima y suelo. Las cifras entre paréntesis corresponden a datos obtenidos sin información de suelos. Por este motivo los totales entre paréntesis corresponden a superficies sin información de suelo.

CUADRO 23
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA FRESNO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VI Región del Libertador B. O'Higgins	411.902	34.707	S.I.	161	377.034
VII Región del Maule	1.225.590	206.097	139.378	1.862	878.253
VIII Región del Bío - Bío	1.227.970	270.230	108.437	-	849.204
IX Región de La Araucanía	794.402	85.485	69.275	86	639.556
X Región de Los Lagos	690.145	20.077	211.027	12.616	446.423
TOTAL	4.350.009	616.596	528.117	14.725	3.190.470

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 24
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA GREVILLEA (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	184.920	16.968	S.I.	-	167.952
VII Región del Maule	1.189.674	196.926	125.706	1.111	865.931
VIII Región del Bío - Bío	1.063.656	241.632	58.095	-	763.929
IX Región de La Araucanía	655.041	78.488	52.311	86	524.156
X Región de Los Lagos	401.614	46.654	89.494	-	265.466
TOTAL	3.494.905	580.668	325.606	1197	2.587.434

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 25
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA LIQUIDAMBAR SIN RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
IX Región de La Araucanía	282.714	17.845	27.313	-	237.556
X Región de Los Lagos	850.716	19.094	444.278	11.106	376.238
TOTAL	1.133.430	36.939	471.591	11.106	613.794

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

CUADRO 26
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA LIQUIDAMBAR CON RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
V Región de Valparaíso*	4.592 (962.323)	72 (46.677)	-	- (18.460)	4.520 (897.186)
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	470.984	36.930	-	185	433.869
VII Región del Maule	1.282.317	206.163	158.104	3.019	915.031
VIII Región del Bío - Bío	1.051.214	247.293	78.869	-	725.052
IX Región de La Araucanía	687.258	79.751	57.816	86	549.605
X Región de Los Lagos	850.716	19.094	444.278	11.106	376.238
TOTAL	4.347.081 (5.304.812)	589.303 (635.908)	739.067	14.396 (32.856)	3.004.315 (3.896.981)

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

*: Para la V Región la primera cifra corresponde a información obtenida considerando antecedentes de clima y suelo. Las cifras entre paréntesis corresponden a datos obtenidos sin información de suelos. Por este motivo los totales entre paréntesis corresponden a superficies sin información de suelo.

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial apta	Superficie potencial apta sin información de suelos
Región Metropolitana de Santiago	404.462	184.467	219.995

CUADRO 27
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA PINO PIÑONERO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
V Región de Valparaíso*	29.852 (563.731)	120 (34.592)	-	- (16.292)	29.732 (512.846)
VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins	276.344	23.181	-	-	253.163
VII Región del Maule	918.503	171.976	45.743	231	700.553
VIII Región del Bío - Bío	339.494	54.565	1.949	-	282.980
IX Región de La Araucanía	28.419	3.292	916	-	24.211
TOTAL	1.592.612 (2.126.491)	253.134 (287.606)	48.608	231 (16.523)	1.290.639 (1.773.753)

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

*: Para la V Región la primera cifra corresponde a información obtenida considerando antecedentes de clima y suelo. Las cifras entre paréntesis corresponden a datos obtenidos sin información de suelos. Por este motivo los totales entre paréntesis corresponden a superficies sin información de suelo.

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial apta	Superficie potencial apta sin información de suelos
Región Metropolitana de Santiago	290.131	218.892	71.239

CUADRO 28
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA CEREZO AMERICANO SIN RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
IX Región de La Araucanía	436.336	35.290	54.286	-	346.760
X Región de Los Lagos	1.168.351	20.664	505.616	13.606	628.465
TOTAL	1.604.687	55.954	559.902	13.606	975.225

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 29
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA CEREZO AMERICANO CON RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	85.620	17.641	S.I.	2.979	65.000
VII Región del Maule	499.411	123.351	83.900	5.400	286.760
VIII Región del Bío - Bío	800.200	231.872	118.949	-	449.379
IX Región de La Araucanía	885.655	98.622	93.122	86	693.825
X Región de Los Lagos	1.488.757	45.589	576.443	13.606	853.119
TOTAL	3.759.643	517.075	872.414	22.071	2.348.083

ASP*: Areas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 30
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA TULIPERO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	114.940	13.566	S.I.	-	101.374
VII Región del Maule	620.194	103.774	68.227	178	448.015
VIII Región del Bío - Bío	1.266.023	274.916	121.356	-	869.751
IX Región de La Araucanía	908.933	102.457	92.658	86	713.732
X Región de Los Lagos	1.776.159	89.195	637.596	13.383	1.035.985
TOTAL	4.686.249	583.908	919.837	13.647	3.168.857

ASP*: Areas Silvestres Protegidas del Estado

S.I. : Sin información

CUADRO 31
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA NOGAL COMÚN CON RIEGO (ha)

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial sobre plantaciones forestales	Superficie potencial sobre bosque nativo	Superficie potencial sobre ASP*	Superficie potencial sobre otros usos
V Región de Valparaíso*	26.002 (578.753)	127 (17.797)	-	-	25.875 (545.032)
VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins	460.343	36.675		24	423.644
VII Región del Maule	1.159.091	200.129	98.817	740	859.405
VIII Región del Bío – Bío	1.088.721	257.229	85.712		745.781
IX Región de La Araucanía	957.151	90.508	80.107	86	786.450
X Región de Los Lagos	342.477	17.370	116.041	11.133	197.932
TOTAL	4.003.785 (4.586.536)	602.038 (619.708)	380.677	11.983	3.039.087 (3.558.244)

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

*: Para la V Región la primera cifra corresponde a información obtenida considerando antecedentes de clima y suelo. Las cifras entre paréntesis corresponden a datos obtenidos sin información de suelos. Por este motivo los totales entre paréntesis corresponden a superficies sin información de suelo.

Región	Superficie potencial total	Superficie potencial apta	Superficie potencial apta sin información de suelos
Región Metropolitana de Santiago	314.079	177.339	136.740

Se adjunta a este Informe, la metodología y resultados de la determinación de zonas potenciales para las 15 especies consideradas, y las ilustraciones de las áreas potenciales por región y especie (Anexo 7).

4.5. Determinar las características de las maderas de algunas especies

Se realizó estudio de propiedades físico y mecánicas a las maderas de: Castaño, Nogal común, Sicomoro y Aliso común.

Los resultados obtenidos se resumen en los Cuadros 32, 33, 34, 35 y 36.

CUADRO 32
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE CASTAÑO

Propiedad		Unidad	Estado Verde (CH > 30%)		Estado Seco (CH ≈ 12 %)	
Ensayo	Determinación		Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
Compresión Paralela	Tensión de rotura	Kg/cm ²	290	44	457	71
	Contenido humedad	%	121,2	17,5	11,4	1,06
	Densidad inicial	Kg/m ³	980	90	591	44
	Densidad anhidra	Kg/m ³	553	35	569	45
	Densidad básica	Kg/m ³	460	38	533	41
Compresión Perpendicular	Tensión límite prop.	Kg/cm ²	41	10	69	12
	Tensión en rotura	Kg/cm ²	83	16	114	13
	Contenido humedad	%	126,9	17,4	11,6	1,5
	Densidad inicial	Kg/m ³	1.062	113	550	42
	Densidad anhidra	Kg/m ³	553	48	518	39
	Densidad básica	Kg/m ³	473	44	485	33
Tracción perpendicular						
Tangencial	Tensión máxima	Kg/cm ²	43	11	41	9
	Contenido humedad	%	120,0	22,4	11,1	1,8
	Densidad inicial	Kg/m ³	994	88	573	55
	Densidad anhidra	Kg/m ³	565	66	537	40
	Densidad básica	Kg/m ³	456	42	514	47
Radial	Tensión máxima	Kg/cm ²	33	10	31	9
	Contenido humedad	%	121,3	20,0	11,0	1,5
	Densidad inicial	Kg/m ³	967	76	534	39
	Densidad anhidra	Kg/m ³	566	75	510	40
	Densidad básica	Kg/m ³	459	44	483	35
Cizalle paralelo						
Tangencial	Tensión máxima	Kg/cm ²	87	11	121	13
	Contenido humedad	%	124,2	16,5	11,4	2,4
	Densidad inicial	Kg/m ³	1.045	81	575	37
	Densidad anhidra	Kg/m ³	566	49	548	35
	Densidad básica	Kg/m ³	467	35	523	33
Radial	Tensión máxima	Kg/cm ²	80	7	114	16
	Contenido humedad	%	130,4	18,0	10,9	2,6
	Densidad inicial	Kg/m ³	1.020	89	575	45
	Densidad anhidra	Kg/m ³	565	73	545	45
	Densidad básica	Kg/m ³	462	43	520	40
Clivaje						
Tangencial	Resistencia máxima	Kg/cm	57	10	50	10
	Contenido humedad	%	128,4	15,9	11,4	2,1
	Densidad inicial	Kg/m ³	1.016	85	547	37
	Densidad anhidra	Kg/m ³	570	61	514	30
	Densidad básica	Kg/m ³	457	36	488	29
Radial	Resistencia máxima	Kg/cm	50	8	39	13
	Contenido humedad	%	135,8	20,0	11,3	2,1
	Densidad inicial	Kg/m ³	1.011	71	527	40
	Densidad anhidra	Kg/m ³	548	51	515	46
	Densidad básica	Kg/m ³	442	37	485	47

Propiedad		Unidad	Estado Verde (CH > 30%)		Estado Seco (CH ≈ 12 %)	
Ensayo	Determinación		Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación estándar
Dureza	Carga máxima Normal	Newton	2.962	344	3.350	501
	Paralelo	Newton	3.166	281	4.693	1.165
	Contenido humedad	%	128,4	14,0	11,4	1,4
	Densidad inicial	Kg/m ³	1.047	72	549	41
	Densidad anhidra	Kg/m ³	546	37	509	30
	Densidad básica	Kg/m ³	464	28	475	29
Extracción de Clavos	Carga máxima Normal	Kg	91	11	96	19
	Paralelo	Kg	58	9	73	16
	Contenido humedad	%	125,3	11,2	11,8	1,0
	Densidad inicial	Kg/m ³	1.029	84	593	47
	Densidad anhidra	Kg/m ³	552	43	560	43
	Densidad básica	Kg/m ³	463	26	524	38
Tenacidad						
Radial	Energía absorbida	Ncm	2.823	840	2.465	684
	Contenido humedad	%	115,4	17,9	9,6	0,6
	Densidad inicial	Kg/m ³	1.005	63	590	36
	Densidad anhidra	Kg/m ³	568	34	562	33
	Densidad básica	Kg/m ³	476	29	534	32
Tangencial	Energía absorbida	Ncm	3.107	1.050	2.809	806
	Contenido humedad	%	119,2	19,4	10,9	0,7
	Densidad inicial	Kg/m ³	982	81	599	45
	Densidad anhidra	Kg/m ³	596	91	555	45
	Densidad básica	Kg/m ³	482	39	529	43
Flexión Estática	Tensión límite prop.	Kg/cm ²	294	58	460	60
	Tensión en rotura	Kg/cm ²	549	79	822	103
	Modulo elasticidad	Kg/cm ²	60.528	10.468	83.162	10.834
	Contenido humedad	%	113,3	17,3	12,2	1,0
	Densidad inicial	Kg/m ³	984	93	598	36
	Densidad anhidra	Kg/m ³	575	62	564	37
	Densidad básica	Kg/m ³	484	33	529	34

Fuente: INFOR, 1996 (División Industrias Forestales)

CUADRO 33
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE ALISO COMÚN

ENSAYO Y PROPIEDAD	Unidad	Estado VERDE		Estado SECO	
		Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
FLEXIÓN ESTÁTICA					
Tensión límite de proporcionalidad	N/mm2	22,89	3,22	34,90	6,32
Módulo de rotura	N/mm2	45,07	5,21	68,10	9,68
Módulo de Elasticidad	N/mm2	6551,22	1010,75	7488,30	1116,84
COMPRESIÓN					
Paralela a las fibras	N/mm2	21,78	3,56	44,03	5,80
Normal a las fibras	N/mm2	5,88	0,85	9,93	1,52
TRACCIÓN NORMAL					
Tangencial	N/mm2	3,52	0,45	4,82	0,78
Radial	N/mm2	2,74	0,33	3,51	0,70
TENACIDAD					
Tangencial	kJ/m2	66,64	30,94	55,41	21,80
Radial	kJ/m2	70,87	26,59	64,23	29,00
CIZALLE					
Tangencial	N/mm2	7,95	0,67	10,28	1,36
Radial	N/mm2	6,10	0,68	8,00	1,46
CLIVAJE					
Tangencial	N/mm	4988,64	564,13	5736,89	949,99
Radial	N/mm	4172,73	454,88	4658,16	763,28
DUREZA JANKA					
Paralela a las fibras	N	2356,54	292,10	4495,12	466,48
Normal a las fibras	N	2104,02	223,84	3086,64	629,16
EXTRACCIÓN DE CLAVOS					
Paralela a las fibras	N	299,23	84,26	532,50	54,59
Normal a las fibras	N	654,16	88,62	681,68	138,37

Fuente: UACH, 1998 (Instituto Tecnológico de Productos Forestales)

CUADRO 34
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE SICOMORO

ENSAYO Y PROPIEDAD	Unidad	Estado VERDE		Estado SECO	
		Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
FLEXIÓN ESTÁTICA					
Tensión límite de proporcionalidad	N/mm2	38,70	7,41	49,01	6,68
Módulo de rotura	N/mm2	70,61	13,03	102,91	11,93
Módulo de Elasticidad	N/mm2	8032,33	1393,40	9745,13	1877,63
COMPRESIÓN					
Paralela a las fibras	N/mm2	34,03	6,50	57,06	5,28
Normal a las fibras	N/mm2	13,73	3,35	18,80	2,54
TRACCIÓN NORMAL					
Tangencial	N/mm2	8,25	1,62	10,21	2,80
Radial	N/mm2	5,03	1,28	6,78	1,21
TENACIDAD					
Tangencial	kJ/m2	56,50	22,89	52,77	21,08
Radial	kJ/m2	48,00	16,00	47,38	20,47
CIZALLE					
Tangencial	N/mm2	13,40	1,50	15,22	2,39
Radial	N/mm2	10,86	3,23	13,49	1,47
CLIVAJE					
Tangencial	N/mm	9017,21	836,05	11361,00	2377,62
Radial	N/mm	5962,44	1114,78	7340,28	1860,76
DUREZA JANKA					
Paralela a las fibras	N	5021,99	1090,13	7298,60	829,80
Normal a las fibras	N	4211,96	897,66	5201,20	859,56
EXTRACCIÓN DE CLAVOS					
Paralela a las fibras	N	956,88	291,24	1308,21	152,18
Normal a las fibras	N	1419,14	275,86	1509,98	249,89

Fuente: UACH, 1998 (Instituto Tecnológico de Productos Forestales)

CUADRO 35
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE NOGAL COMÚN (1998)

ENSAYO Y PROPIEDAD	Unidad	Estado VERDE		Estado SECO	
		Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
FLEXIÓN ESTÁTICA					
Tensión límite de proporcionalidad	N/mm2	27,33	4,97	37,98	8,80
Módulo de rotura	N/mm2	54,22	9,96	93,14	11,38
Módulo de Elasticidad	N/mm2	5674,14	1401,14	7860,64	1938,79
COMPRESIÓN					
Paralela a las fibras	N/mm2	26,98	4,50	47,78	6,37
Normal a las fibras	N/mm2	11,85	1,63	17,49	1,48
TRACCIÓN NORMAL					
Tangencial	N/mm2	9,57	1,12	13,01	1,81
Radial	N/mm2	6,37	0,63	8,73	0,73
TENACIDAD					
Tangencial	kJ/m2	122,03	29,56	100,58	35,78
Radial	kJ/m2	105,90	29,48	114,43	40,36
CIZALLE					
Tangencial	N/mm2	11,08	1,62	14,22	1,08
Radial	N/mm2	9,08	1,15	11,71	0,64
CLIVAJE					
Tangencial	N/mm	9816,46	1652,31	13346,85	1586,99
Radial	N/mm	7242,21	958,36	10169,50	1190,95
DUREZA JANKA					
Paralela a las fibras	N	4240,15	566,21	6960,27	670,70
Normal a las fibras	N	4078,34	400,83	5262,00	588,70
EXTRACCIÓN DE CLAVOS					
Paralela a las fibras	N	1051,03	198,46	1460,21	138,54
Normal a las fibras	N	1569,31	193,47	1746,32	192,75

Fuente: UACH, 1998 (Instituto Tecnológico de Productos Forestales)

CUADRO 36
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE NOGAL COMÚN (1996)

ENSAYO Y PROPIEDAD	Unidad	Estado SECO	
		Media	Desv. Est.
FLEXIÓN ESTÁTICA			
Tensión límite de proporcionalidad	N/mm2	44,66	9,86
Módulo de rotura	N/mm2	92,34	21,61
Módulo de Elasticidad	N/mm2	8364,27	2357,30
COMPRESIÓN			
Paralela a las fibras	N/mm2	50,91	8,01
Normal a las fibras	N/mm2	19,25	2,30
TRACCIÓN NORMAL			
Tangencial	N/mm2	9,06	2,48
Radial	N/mm2	7,09	1,64
TENACIDAD			
Tangencial	kJ/m2	80,71	39,09
Radial	kJ/m2	73,85	30,49
CIZALLE			
Tangencial	N/mm2	16,03	1,82
Radial	N/mm2	14,67	1,71
CLIVAJE			
Tangencial	N/mm	9378,27	2460,92
Radial	N/mm	7650,20	2105,87
DUREZA JANKA			
Paralela a las fibras	N	7456,78	755,77
Normal a las fibras	N	5212,88	707,35
EXTRACCIÓN DE CLAVOS			
Paralela a las fibras	N	1383,41	138,46
Normal a las fibras	N	1721,41	220,49

Fuente: UACH, 1998 (Instituto Tecnológico de Productos Forestales)

4.6. Evaluación económica de las especies seleccionadas

Con el fin de realizar las evaluaciones económicas de cada una de las especies consideradas en el proyecto (excepto Avellano y Ruil), se procedió a:

- Definir las actividades relacionadas a la plantación y establecimiento de las especies.
- Determinar estándares de crecimiento para las diferentes especies.
- Definir una función de crecimiento para cada una de las especies de la diversificación, para ello básicamente se trato de reunir antecedentes de experiencias silvícolas similares con las especies o con algunas otra especie del género en otros países.
- Determinar los estándares de costos asociados a las actividades forestales de plantación, establecimiento, podas, raleos, cosecha.
- Determinar los precios de los productos y escenario de evaluación.
- Realizar la evaluación privada por especie

Esto se realizó mediante un estudio bibliográfico generado por el proyecto, especialmente por medio de las monografías; búsqueda y estudio de material bibliográfico de revistas técnicas,

nacionales e internacionales; búsqueda y estudio de material desde diversas páginas web de Internet; consultas a terceros (contratistas forestales) sobre las actividades de preparación de sitio, plantación y establecimiento de plantaciones ejecutadas en el país; realización de planillas de cálculo y determinación de los indicadores económicos como: valor potencial del suelo (VPS), valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), para los diferentes esquemas de manejo y situaciones tecnológicas.

Entre las actividades realizadas en este punto, se incluye en el Anexo 8, la evaluación económica privada y social de 15 de las 17 especies consideradas en el proyecto. Las planillas de cálculo respectivas fueron ajustadas, sobre la base de la nueva información dasométrica ingresada, y a la de usos y mercado recopilada para cada una de ellas.

En la evaluación social, se incorporaron los denominados efectos indirectos e intangibles, y se definió una metodología general para ella, que pudo ser replicada a las demás especies.

Como hechos generales de la evaluación económica se debe indicar las referidas al mercado y silvicultura de las especies analizadas. En el caso del mercado se trata de la definición de los precios internacionales; así en algunas especies se consideraron precios similares, como por ejemplo para Cerezo y Nogal, pero los antecedentes de mercado que se han generado en el proyecto permiten hacer estos supuestos.

Por otra parte, también, Aliso se evalúa bajo una sola categoría de precios, esto básicamente porque no fue posible diferenciar en forma clara los precios de cada una de las especies del género *Alnus*; además de considerar que los productos de estas especies son comercializados bajo una definición amplia de maderas, como "red alder". De esa forma, en términos generales, se consideró este supuesto como adecuado.

Como situaciones más inciertas en cuanto a precios de la madera se pueden mencionar el Arce y el Pino piñonero. El primero de ellos debido al bajo precio de comercialización que se logra en Norteamérica y, el segundo por no ser una especie maderera con estadísticas de precios; por otra parte su producción no se orientaría a la producción de madera.

En el caso de la silvicultura, algunas especies de los grupos c) y d) señalados más adelante, estarían en un nivel de inversión alto, al considerar los precios de los productos que generan, en algunos casos madera más bien económicas.

- Rentabilidad por Grupo de Especies

GRUPO a): La rentabilidad positiva de estas especies se refiere al escenario de precios internacionales y en la opción tecnológica intensiva, con la excepción del nogal común donde en que la rentabilidad es mayor en el caso de la producción de frutos. Estos valores para el escenario de precio internacional y la opción de tecnología alta y fruto forestal cuando corresponde, se indica en el Cuadro 37, se indican la tecnología de mejor rentabilidad.

CUADRO 37

VALOR POTENCIAL DEL SUELO (VPS) PARA TASAS DE 6 Y 10% EN ESCENARIOS DE PRECIOS INTERNACIONALES

Especie	Tecnología	VPS Miles S/ha	
		10%	6%
Castaño	alta	622	3.006
Nogal común	alta	208	2.946
	Fruto forestal	1.404	4.695
Nogal negro	alta	513	3.668
Cerezo común	alta	-350	1.174
Cerezo negro	alta	-4	1.950

Fuente: UACH, 1998 (Facultad de Ciencias Forestales)

GRUPO b): Este grupo de especies, si bien en el escenario de precios internacional y tasa de 10% alcanza sólo valores negativos, al ser evaluadas con una tasa menor (6%), mejoran sustancialmente su rentabilidad. La rentabilidad se presenta en el Cuadro 38.

CUADRO 38

VPS PARA TASAS DEL 6 Y 10% EN ESCENARIOS DE PRECIOS INTERNACIONALES

Especie	Tecnología	VPS Miles S/ha	
		10%	6%
Alnus cordata	Alta	-421	421
Alnus rubra	Alta	-539	804
Alnus glutinosa	Alta	-324	1165

Fuente: UACH, 1998 (Facultad de Ciencias Forestales)

GRUPO c): En general este es un grupo de especies de maderas más bien económicas o de relativo bajo valor, por lo que se presume un bajo nivel de inversión para mejorar la rentabilidad, situación que se refleja en una leve mejora en la tecnología intermedia de menor costo. El valor de los indicadores se presenta en el Cuadro 39.

CUADRO 39

VPS PARA TASAS DEL 6 Y 10% EN ESCENARIOS DE PRECIOS INTERNACIONALES

Especie	Tecnología	VPS Miles \$/ha	
		10%	6%
Grevillea	alta	301	1907
Tulipero	intermedia	-601	-520
Liquidambar	alta	-672	-281
Arce	alta	-579	-336

Fuente: UACH, 1998 (Facultad de Ciencias Forestales)

GRUPO d): El valor de los indicadores en el escenario de precio internacional y con una tasa de descuento de 10 y 6 % para Roble americano y Fresno se muestran en el Cuadro 40.

CUADRO 40

VPS PARA TASAS DEL 6 Y 10% EN ESCENARIOS DE PRECIOS INTERNACIONALES

Especie	Tecnología	VPS Miles \$/ha	
		10%	6%
Roble americano	Intermedia	-628	-613
Fresno	Intermedia	-662	-485

Fuente: UACH, 1998 (Facultad de Ciencias Forestales)

En términos preliminares los valores parecieran indicar que las especies debieran ser tratadas con una silvicultura de menor inversión, ya que la tecnología media mostró una leve mejora de la rentabilidad respecto de la tecnología alta.

GRUPO e): Finalmente el pino piñonero no alcanzó valores rentabilidad positiva al evaluar con una tasa de descuento de 10%. El VPS para ambas tecnologías se indica en el Cuadro 41.

CUADRO 41

VPS PARA TASAS DEL 6 Y 10% EN ESCENARIOS DE PRECIOS INTERNACIONALES

Especie	Tecnología	VPS Miles \$/ha	
		10%	6%
Pino piñonero	Alta	-113	649
	Intermedia	-26	687

Fuente: UACH, 1998 (Facultad de Ciencias Forestales)

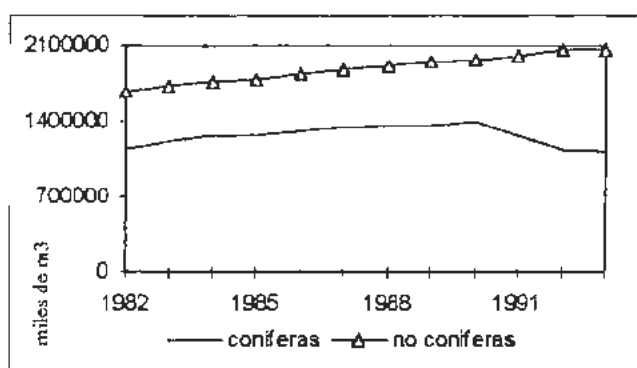
La mejor rentabilidad de la tecnología intermedia pudiera deberse a que la función de producción no reflejaría adecuadamente los insumos adicionales de la tecnología alta.

4.7. Análisis preliminares de usos y mercados de las maderas en estudio

Entre las actividades desarrolladas en este punto cabe señalar la realización de informes de trabajo, que se compilaron en un estudio mayor sobre el comercio actual y tendencias de las maderas preciosas a las cuales pertenecen las especies consideradas en el proyecto. Este documento de trabajo se anexó en el Informe de avance N° 4, presentado en julio de 1997.

En él se muestran las cifras gruesas de la producción y comercio de madera en trozo, tanto de especies coníferas como no coníferas, usando la terminología FAO en sus datos estadísticos sobre productos forestales. Las cifras de producción de ambas categorías de especies se refieren a toda la madera industrial en bruto (trozas para aserrar y para chapa, madera para pulpa y otra madera redonda para uso industrial). Concluyéndose que la producción mundial de la madera en trozo de especies coníferas ha mostrado una disminución especialmente a partir del año 1990, desde 1,14 a 1,12 billones de m^3 por año. Mientras que las especies no coníferas han tendido a crecer moderadamente en el período 1982-1993, desde 1,6 a 2,0 billones de m^3 de producción anual.

FIGURA 3
PRODUCCION MUNDIAL DE TROZOS



Fuente FAO. "productos forestales" 1995. coníferas

El aumento de la producción de madera de especies no coníferas se debe principalmente al aumento de la producción en los países en desarrollo del Lejano Oriente, con 800 millones de m^3 anuales; Africa, con 395 millones y América Latina, con 263 millones. Los países industrializados de mayor producción son América del Norte con 185 millones de m^3 anuales, los países de la ex URSS con 64 millones y el oeste de Europa con un promedio de 74 millones de m^3 anuales de producción de madera en trozo de no coníferas.

Posterior a este documento de trabajo, se elaboró un informe final que abordó el tema de la oferta, entregando antecedentes de mercado sobre un grupo de 14 especies promisorias para el país que se presentan en el Anexo 9.

En el Cuadro 42 se señalan los principales mercados para las especies consideradas en el estudio, aunque en algunos casos esto no se encuentra avalado con cifras de exportación de países productores, pero se reconoce la existencia de un mercado en torno a ellas, principalmente por la oferta de productos y los rangos de precio que se manejan en distintos países.

CUADRO 42
PRINCIPALES MERCADOS PARA LAS ESPECIES

Especies	Mercado Europeo	Mercado Asiático	Mercado Americano	Otros Mercados
Arce sicomoro	Alemania Reino Unido	Corea Taiwán Japón	Canadá México	
Aliso rojo	Alemania Italia	Taiwán Japón Corea	México	
Encino rojo	Alemania	Taiwán Hong Kong Corea	Canadá México	
Fresno	Reino Unido Italia	Japón Taiwán Hong Kong	Canadá	
Cerezo	Italia Reino Unido Bélgica - Luxemburgo	Corea Taiwán	Canadá	
Tulipero	Italia Reino Unido	Japón Hong Kong Taiwán	México	
Nogal común	Italia España Alemania Países Bajos	Japón Taiwan Emiratos Arabes Arabia Saudita	EE.UU. Canadá México	
Nogal negro	Italia		EE.UU.	
Castaño	Italia Francia España Reino Unido			
Aliso común	Reino Unido Alemania Italia Francia	Japón Turquía	EE.UU. Canadá	Australia
Liquidambar	Francia Italia Alemania		EE.UU.	
Pino piñonero	España Portugal Italia Francia	Turquía		

Fuente: INFOR, 1998

De este modo, el resultado final de este objetivo fue el estudio de usos y mercado para 14 de las especies consideradas en el proyecto. Entre ellas se incluye a *Alnus glutinosa*, *Alnus rubra*, *Acer pseudoplatanus*, *Gevuina avellana*, *Castanea sativa*, *Prunus avium*, *Quercus falcata*, *Fraxinus excelsior*, *Grevillea robusta*, *Liquidambar styraciflua*, *Juglans regia*, *Juglans nigra*, *Pinus pinea* y *Liriodendron tulipifera*. Se anexa a este Informe Final el estudio denominado “Antecedentes de Mercado de Especies Promisorias para Chile”, en el cual se describen las características comerciales de las especies y sus productos, y se muestra la importancia relativa en los mercados internacionales (Anexo 8).

4.8. Difusión de resultados obtenidos

Durante el transcurso del proyecto se han realizado diversas actividades de difusión y transferencia orientadas a profesionales, técnicos, agricultores y empresarios del sector silvoagropecuario. De este modo se realizaron publicaciones, charlas de difusión, días de campo, y ponencias a nivel nacional e internacional. En estas instancias se han dado a conocer los resultados del proyecto, intentando mostrar las potencialidades que tiene la línea de diversificación para el desarrollo del sector.

4.8.1. Publicaciones

4.8.1.1. Folleto Divulgativo sobre Arboricultura

En el primer cuatrimestre de 1996, se realizó un folleto divulgativo en el cual se dio a conocer el concepto de arboricultura, presentándose como una nueva alternativa silvícola para nuestro país. En él se entregó información sobre el desarrollo de esta técnica en Europa y sus potencialidades en nuestro país. Finalmente, se hizo notar que la diversificación es un desafío para el desarrollo forestal de nuestro país, poniendo énfasis en los impactos que esta tendría. Este folleto se adjunta al presente informe.

4.8.1.2. Monografías

Como parte del proyecto financiado por CONAF “Potencialidades de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional” se realizaron monografías con cada una de las 11 especies seleccionadas, dos de las cuales - Castaño y Pino Piñonero - fueron también estudiadas durante la ejecución del presente proyecto. En este momento, se encuentran en imprenta para ser publicadas a fines del presente año.

Las monografías consisten en una recopilación bibliográfica nacional e internacional de los siguientes temas:

- Antecedentes generales de la especie
- Requerimientos ecológicos
- Plagas y enfermedades

- Silvicultura y manejo
- Producción

Siendo la finalidad de tales documentos entregar y difundir los conocimientos que existen en el ámbito mundial sobre la especie en estudio.

4.8.1.3. Cartillas divulgativas simples

Se encuentra en proceso la edición de cartillas divulgativas de las 17 especies que contempló el proyecto. Estas dan a conocer en un lenguaje simple, requerimientos ecológicos, características de la especie, técnicas de establecimiento más adecuadas, tratamientos silviculturales para obtener madera de alto valor, nociones de mercado y propiedades físico mecánicas de la madera. Toda esta información se presenta en base a esquemas y diagramas explicativos.

Se espera que el lanzamiento de estas cartillas sea a fines de este año, y se difundirán principalmente a medianos y pequeños propietarios, y a empresarios en general.

4.8.1.4. Artículo en Revista del Campo del diario El Mercurio

El día 16 de marzo de 1998 se publicó en La Revista del Campo, del Diario El Mercurio, el artículo titulado “Descuido de Productores Amenaza Proyecto”, que trató entre otros temas, una problemática que se presentó a lo largo de todo el desarrollo del proyecto; y que se refiere a la falta de compromiso que han demostrado algunos propietarios de predios, para instalar ensayos y a mantenerlos según las condiciones que se estipulan en un convenio de colaboración suscrito entre INFOR y los interesados. Se presenta una copia del artículo en el Anexo 10.

4.8.1.5. Otras publicaciones

Se han realizado una serie de publicaciones en revistas de interés en el ámbito forestal tales como Ciencia e Investigación Forestal, Chile Forestal, y en publicaciones propias del Instituto Forestal. Éstas se incluyen en el Anexo 9.

4.8.2. Presentaciones en Seminarios

4.8.2.1. Seminario Internacional de Zonas Áridas y Semiáridas

En octubre de 1996, en la ciudad de La Serena, IV Región, se efectuó el seminario Forestación y Silvicultura de Zonas Áridas y Semiáridas de Chile, organizado por el Instituto Forestal. La ponencia presentada por el equipo de trabajo se denominó “Arboricultura: nueva alternativa silvícola para la zona semiárida”.

Esta consistió en dar a conocer el proyecto presentando sus objetivos y los resultados esperados. Por otra parte, se realizó una proyección de las plantaciones forestales con especies no tradicionales de interés económico para las zonas áridas y semiáridas, indicando la localización probable de éstas. Finalmente, se entregaron los resultados de los ensayos instalados obtenidos a esa fecha. El resumen de esta charla se presenta en el Anexo 6.

4.8.2.2. XVI Jornadas Forestales

En Noviembre de 1996 tuvieron lugar en la ciudad de Valdivia las XVI Jornadas Forestales “Los Desafíos de la Ingeniería Forestal en el Mundo Globalizado del Siglo XXI”. En dicha oportunidad se presentó el tema “Requerimientos de Investigación Básica y Aplicada en Diversificación Forestal Bajo Producción Sustentable y Multipropósito”, charla que fue presentada por los investigadores Sra. Verónica Loewe y Sr. Patricio Mery, en la cual se trataron los siguientes puntos:

- Diversificación Forestal bajo Producción Sustentable y Multipropósito
- El Instituto Forestal y la Diversificación Forestal
- Requerimientos de Investigación en Diversificación Forestal
- Presentación del listado de especies en estudio en el proyecto

En el Anexo 9 se presentan las actas de estas Jornadas Forestales.

4.8.3. Capacitación a beneficiarios

4.8.3.1. Charlas de Difusión acerca de la Gira Tecnológica sobre Silvicultura de Especies Forestales y Frutoforestales a Estados Unidos y a Francia e Italia

Se realizaron tres charlas de difusión sobre la gira desarrollada al estado de Washington en Estados Unidos, financiada por FIA, y la realizada a Francia e Italia financiada por CONICYT (Cuadro 43).

**CUADRO 43
REALIZACIÓN DE CHARLAS DE DIFUSIÓN**

Institución - Localidad	Fecha de ejecución
Instituto Forestal - Santiago	6 - marzo - 1998
Instituto Forestal - Concepción	10 - junio - 1998
Los Angeles - Escuela Agrícola El Huertón	10 - junio - 1998

La exposición de la charla a Estados Unidos estuvo a cargo de la Sra. Verónica Loewe, y en ella se trataron los siguientes temas:

- Presentación del itinerario
- Objetivos de la gira
- Actividades realizadas en la gira
- Tecnologías capturadas y capacidades adquiridas
- Aplicabilidad en Chile de las tecnologías capturadas

Los materiales de apoyo utilizados en la exposición fueron fotos del viaje, transparencias y un vídeo de la gira.

Los expositores de la charla sobre la gira a Francia e Italia fueron los investigadores Sra. Susana Benedetti y Sr. Gabriel Pineda, quienes trataron los siguientes temas:

- Presentación del itinerario
- Industria de la madera en Italia y sus mercados
- Industria de la madera en Francia y sus mercados
- Políticas de fomento a la forestación en Francia e Italia
- Extensión forestal en Francia e Italia
- Instituciones de investigación en Francia e Italia

Los materiales audiovisuales utilizados fueron proyección de diapositivas y transparencias.

Asistieron alrededor de 30 personas pertenecientes a las siguientes instituciones además de empresarios y propietarios privados:

CONAF

Instituto Profesional Virginio Gómez

Forestal Mininco

Biotec Ltda

Liceo Agrícola El Huertón

PROFO Bosques Cordillera

Agrícola y Forestal Piuquenes Ltda.

4.8.3.2. Día de campo del Nogal (*Juglans regia*)

Este evento tuvo lugar el día jueves 4 de junio de 1998 en la Compañía Agrícola y Forestal “El Alamo”, Parral VII Región, al que asistieron personas de diversas instituciones públicas y privadas, tales como:

- FUCOA
- Municipalidad de Parral
- INFOR – JICA
- CONAF
- Universidad Mayor
- INIA

El objetivo de dicho día de campo se centró en dar a conocer la línea de investigación que desarrolló el presente proyecto, mostrando resultados concretos con la especie Nogal. De esta forma se realizó una charla introductoria sobre los precios de mercado nacional e internacional de las maderas de alto valor, principalmente Castaño y Nogal, dicha información dio origen a un interesante debate entre los participantes de las distintas instituciones y empresas, sobre la rentabilidad que podrían tener estos cultivos en nuestro país.

Posteriormente se visitaron los tres ensayos de Nogal existentes en la empresa:

- Ensayo Nogal instalado en 1995
- Ensayo de procedencias de Nogal instalado en 1996
- Ensayo mixto de Nogal y Olivo de Bohemia instalado en 1997

En estas visitas se pudo analizar los efectos de las podas de formación en la arquitectura de los individuos, aspecto fundamental para obtener madera de buena calidad. Finalmente en el lugar de los ensayos se entregaron las bases técnicas para realizar una buena poda en Nogal, y terminó con una aplicación práctica de ésta.



Figura 4: Día de Campo de Nogal. Charla en terreno sobre Poda de Nogal



Figura 5: Día de Campo del Nogal. Visita a ensayo mixto (Nogal con Olivo de Bohemia, 1997).

4.8.3.3. Capacitación a personal del proyecto

En el mes de octubre de 1997 la coordinadora general del proyecto, Sra. Veronica Loewe participó en el seminario realizado en la Appalachian University, North Carolina (Estados Unidos) titulado "A New Tree Biology Seminar", con el objeto de comprender nuevas teorías sobre el funcionamiento de los árboles. Este fue dictado por el Dr. Alex Shigo, reconocido especialista en el ámbito mundial por sus descubrimientos sobre la compartimentalización y otros procesos fisiológicos de los árboles.

4.8.3.4. Otras charlas

Con el objeto de mostrar e informar acerca del avance del proyecto en el contexto de la diversificación, se realizaron dentro de la ejecución del proyecto, una serie de reuniones internas con personal de INFOR como invitados interesados en este tema.

A su vez, se ha mantenido un flujo casi permanente, con propietarios, asociaciones, Municipalidades y algunos empresarios, con el objeto de informarse acerca del cultivo y técnicas de manejo de las especies que comprende el proyecto. Esto nos ha permitido indirectamente de extender y difundir algunos alcances técnicos que el proyecto ha ido generando.

4.9. Investigación complementaria

Los resultados obtenidos de las actividades complementarias se detallan a continuación.

4.9.1. Exploración de usos alternativos del fruto de avellano (*Gevuina avellana* Mol.) en chocolatería y pastelería

Las actividades contempladas consistieron en: selección de sitios de cosecha de frutos y adquisición de material, preparación del material cosechado, realización de pruebas de tostado de avellanas y estudio de mercado. Además se obtuvo pasta concentrada (praliné de avellana) para la preparación de rellenos finos en chocolatería.

Se apreció que los frutos cosechados en el primer período empiezan a perder humedad brindando un mejor sabor que los cosechados más tardíamente.

Uno de los problemas para el procesamiento de los frutos es eliminar su cáscara leñosa, labor que se hizo en forma manual. Se obtuvieron las semillas limpias aplicando calor (temperatura de 200°C) por un lapso de 20 a 30 minutos. Se debe tener en consideración que se puede reducir la humedad pero de esta forma se pierde la efectividad del almacenamiento.

El tostado de las semillas limpias es un proceso complejo ya que se exige homogeneidad y debido a las diferencias en el contenido de humedad de las semillas generalmente no se logra. El óptimo en el tostado después de uniformar la humedad se alcanzó a los 10 minutos con 200°C.

Los precios por saco de fruto cosechado variaron entre \$ 2.800 y \$ 3.000, y aumenta con la mayor distancia al centro de procesamiento. Las avellanas tostadas se comercializan a \$200 la bolsa de 25 g y \$500 la bolsa de 100 g, no existiendo un envase estándar, ni sitio de venta.

En Santiago el precio de 120 g de avellanas tostadas saladas en supermercados varía entre \$500 y \$600, proviniendo los frutos de la precordillera de Chillán y Los Angeles, principalmente.

Los detalles de este estudio se presentan en el Anexo 3.

4.9.2. Estudio de variabilidad genética entre familias y orígenes de nogales seleccionados

Para realizar un estudio de electroforesis para establecer la variabilidad genética existente en plántulas de nogal de 51 árboles madre, provenientes de nueve diferentes lugares del centro de Chile (Región Metropolitana), se analizaron 8 plántulas de cada uno de los 51 árboles madre, caracterizando genéticamente a 35 individuos por medio del análisis de 15 sistemas enzimáticos.

Se realizaron análisis de:

- Frecuencia de alelos para cada procedencia
- Estimaciones del grado de polinización

- Distancias gaméticas entre procedencias
- Comparación con diferencias entre árboles de una misma procedencia
- Agrupación de procedencias según origen e indicación del número de diferentes fuentes de origen.

Se obtuvieron resultados completos para 7 genes variables, y para otros 3 loci variables sólo resultados incompletos debido a que las enzimas perdieron actividad. Los restantes sistemas enzimáticos no presentaron variabilidad entre las procedencias.

Por otra parte, se constató variabilidad genética en los 9 orígenes estudiados, tanto para los hijos de una misma madre como entre las madres de una misma procedencia y, también, una pequeña variabilidad entre las procedencias en comparación con otras especies arbóreas.

Al comparar los genotipos de los hijos deducidos de las madres, se observó una heterogeneidad entre los gametos masculinos que dieron origen a la descendencia, lo cual evidenció que los hijos de una madre son una mezcla entre hermanos y medio hermanos y, que el polen que llega a un árbol madre no es igual al que llega a otro.

De este estudio se concluyó que los nogales cuentan con una variabilidad genética suficiente para efectuar un programa de mejoramiento genético, aunque debería considerarse una zona más amplia de su rango de distribución para lograr mayores beneficios a mediano y largo plazo.

El informe final con mayores detalles de este estudio se presenta en el Anexo 4.

4.9.3. Estudio preliminar de compatibilidad inter e intraespecífica

En cultivo hidropónico se probó la combinación de las especies Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), Aromo azul (*Acacia saligna*), Eucaliptos (*E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. sideroxylon*), Pino insigne (*Pinus radiata*) y Algarrobo (*Prosopis chilensis*), cada una de ellas con las demás y consigo mismas (5 repeticiones en cada caso).

A la semana de instaladas las plantas en forma individual, aparecieron las primeras yemas foliares en las especies *A. melanoxylon*, *A. saligna* y *P. chilensis*; los tres *Eucalyptus* en estudio tomaron 16 días en emitir las primeras yemas. Antes de completar el mes de experimentación se secaron todos los pinos, que no soportaron la poda aérea; éstos fueron reemplazados por plantas más pequeñas (10 cm de altura), a las cuales sólo se les practicó poda de raíces a 8 cm. Lo mismo ocurrió con *E. globulus*, y se procedió de igual forma.

Cinco semanas más tarde (26 de febrero), cuando las plantas mostraron signos de adaptación al nuevo medio de cultivo, se instalaron las combinaciones mencionadas, realizándose la primera medición la primera semana de marzo. Esta consideró las variables número y largo de raíces; número y largo de brotes (5 principales en ambos casos) y, diámetro a la altura del cuello. La segunda medición se realizó entre el 23 y 26 de abril e incluyó la variable altura, además de las anteriormente mencionadas.

Con relación a los resultados obtenidos de las mediciones efectuadas, se desprende lo siguiente, por especie:

Acacia melanoxylon:

Se observa un comportamiento variado de la especie, no existiendo una mejor respuesta con alguna de las asociaciones. Es así como se observa un mejor comportamiento para la variable altura (5,1 cm de incremento entre la primera y segunda medición) y número de brotes en asociación a *E. Sideroxylon*. En cambio el DAC y largo de brotes son mayores en asociación a *E. globulus*. La variable largo de raíces obtiene el mayor valor en asociación con *A. melanoxylon* pero con esta misma especie se obtuvieron los peores incrementos tanto en DAC, número de raíces y número y largo de brotes.

Prosopis chilensis:

En asociación con *A. melanoxylon* esta especie logró el mayor incremento en diámetro a la altura del cuello (0,06 cm). Pese a que el comportamiento de la especie con *E. camaldulensis* fue el mejor para la variable altura (incremento de 3 cm), fue el peor para la variable DAC, con un aumento de crecimiento nulo, aunque también esto se observó junto a *P. chilensis* y *E. globulus*.

En asociación con *E. globulus* se observó el mayor crecimiento de los brotes pero la variable DAC presentó un incremento nulo y, el número de raíces presentó el peor comportamiento, disminuyendo su valor (-3,8).

Eucalyptus globulus:

Se aprecia que para las variables altura y DAC la mejor asociación es con *A. melanoxylon*, con aumentos de 0,8 y 0,04 cm entre la primera y segunda medición (realizadas a principios de marzo y a fines de abril), respectivamente.

En relación a las variables largo y número de brotes, se observa que los mejores incrementos son de 7,9 y 0,6 cm respectivamente, ambos valores obtenidos en asociación con *P. radiata*. Sin embargo, con esta especie DAC, altura y número de raíces presentan los peores comportamientos.

Eucalyptus sideroxylon:

El mayor incremento en altura se observa asociado con *A. melanoxylon* (1,9 cm); en cuanto al DAC, éste se mantuvo constante con todas las especies ensayadas (*E. sideroxylon*, *A. melanoxylon* y *P. radiata*).

El largo y número de raíces y número de brotes fue mejor en asociación con *P. radiata* con aumentos de 15,33; 2,2 y -1,2 cm entre la primera y última medición, respectivamente. El peor resultado se observó en la asociación con *E. sideroxylon* (-0,67; -10,6 y -3,4 cm, respectivamente).

Pinus radiata:

Las mejores combinaciones para la variable altura fue con las especies *A. saligna*, *A. melanoxylon*, *E. globulus* y *E. sideroxylon*, con un aumento de crecimiento de 0,5 cm. Sin embargo, el DAC y largo de raíces fue mejor con *E. globulus*, aunque con un aumento de sólo 0,08 cm, y con el resto de las especies no presentó aumento.

En asociación con *E. sideroxylon*, la especie presentó mayor número de raíces y brotes.

La asociación intraespecífica no mostró resultados alentadores, ya que después de 3 semanas de cultivo el 40% de las combinaciones había muerto.

Eucalyptus camaldulensis:

Las variables altura, largo de raíces y largo de brotes se comportan de mejor manera en asociación con *P. radiata*, las que presentan los mayores incrementos. El incremento en DAC es indiferente para las especies asociadas (*A. melanoxylon*, *E. sideroxylon*, *P. radiata*).

Esta es la especie que presenta el mayor incremento en altura de todas las especies y asociaciones probadas, con un valor de 5,9 cm.

Acacia saligna:

Esta especie se ensayó asociada sólo a *P. radiata* y *E. camaldulensis*. Las variables altura, largo y número de raíces tuvieron mayor incremento en asociación con *P. radiata*. El DAC se mantuvo constante a lo largo del tiempo y resultó ser fue indiferente para las dos asociaciones probadas. El número de brotes también fue indiferente para la asociación probada, siendo para ambos casos negativo (-0,6).

Cabe destacar que estos resultados se enviaron a los especialistas italianos Prof. Zucconi y Dott. Neri para sus observaciones, comentarios y conclusiones finales.

4.9.4. Recopilación de antecedentes de rodales de especies no tradicionales

Las actividades realizadas en este estudio consistieron en:

- Determinar la existencia de rodales de interés para el proyecto
- Obtención de nombre y otros antecedentes de propietarios de dichos rodales para solicitarles colaboración
- Envío de fax o carta con encuesta a propietarios
- Actividades de terreno para obtención de información relevante.

Se constató la presencia de numerosos rodales de especies no tradicionales, de los cuales se destacan los siguientes (Cuadro 44):

CUADRO 44
RODALES EXISTENTES CON ESPECIES NO TRADICIONALES

Propietario	Especie	Superficie total (ha)
Forestal Tornagaleones S.A.	<i>Castanea sativa</i>	15,5
	<i>Castanea sativa</i> - <i>Fraxinus excelsior</i>	8,4
Forestal Valdivia	<i>Castanea sativa</i>	17,8
	<i>Alnus sp.</i>	34,0
Tobias Farkas	<i>Castanea sativa</i>	1,5
	<i>Gevuina avellana</i>	4,0
Niklas Salm	<i>Castanea sativa</i>	8,1
	<i>Castanea sativa</i> y <i>Pseudotsuga menziesii</i>	1,9
Inversiones y Forestal Río Lingue S.A.	<i>Castanea sativa</i>	2,0
Hugo Castro	<i>Castanea sativa</i> y <i>Quercus sp.</i>	1,5
Forestal Millalemu	<i>Castanea sativa</i>	0,03
	<i>Juglans sp.</i>	0,6
	<i>Alnus sp.</i>	2,0
Enrique Schele	<i>Castanea sativa</i>	4,5

Fuente: Sandoval, 1998 (Ingeniero Forestal, prestador de servicios al proyecto)

Mayor información de éstos y otros rodales se presenta en el Anexo 11.

4.9.5. Formulación de nuevos proyectos

4.9.5.1. Proyecto "Estudio de la estructura genética de poblaciones de castaño (*Castanea sativa*) para realizar programas de conservación del germoplasma, explotación productiva y mejoramiento genético"

En 1996 y posteriormente en la Convocatoria 1997-1998 se postuló al Programa de Cooperación Científica Internacional de CONICYT el proyecto "Estudio de la estructura genética de poblaciones de castaño (*Castanea sativa*) en conjunto con la contraparte italiana CNR (Consiglio Nazionale della Ricerche). La propuesta tuvo como objetivo estudiar la variabilidad genética de poblaciones y variedades de castaño por medio de marcadores biomoleculares, establecer ensayos de procedencia con material nacional y variedades italianas y proponer modelos frutoforestales para el manejo de castaño.

Como resultados se puede mencionar que en septiembre de 1997 dos investigadores de INFOR realizaron una gira a Porano, Italia, donde visitaron bosques naturales y formularon el plan de trabajo, además de conocer el laboratorio y técnicas utilizadas. Además, en marzo de 1998 vinieron al país los investigadores italianos, la Sra. Fiorella Villani y el Sr. Francesco Cannata, con quienes se visitó 13 predios entre la VIII y X Región de nuestro país, como se aprecia en el Cuadro 45.

CUADRO 45
PREDIOS VISITADOS CON EXPERTOS ITALIANOS

Región	Predio
VIII	Tanilvoro Omar Vielma El Castañal El Durazno Chamizal Santa Cecilia Trehualemu
IX	Voipir El Coihue
X	Las Palmas Los Copihues Los Pinos Tres Bocas

De los predios Tanilvoro, Santa Cecilia, Trehualemu, El Coihue, Las Palmas, Los Copihues y Tres Bocas, se seleccionaron 30 árboles, identificando DAP, altura y comienzo de copa y, se colectaron 5 castañas ubicadas en cualquier posición del árbol. El material cosechado se envió a Porano y se están realizando las pruebas correspondientes para determinar la variabilidad genética. Recientemente se presentó la prolongación del programa, la que es expuesta en el siguiente punto.

4.9.5.2. Proyecto "Estudio de la estructura genética de poblaciones de castaño (*Castanea sativa*) y nogal (*Juglans regia*) para su aplicación en programas de mejoramiento genético, e individuación de modelos de cultivo aplicables a especies nobles"

Para la Convocatoria 1999 - 2000 del Programa de Cooperación Científica Internacional de CONICYT se presentó en conjunto con el Consejo Nacional de Investigación de Italia (CNRI) el Proyecto "Estudio de la estructura genética de poblaciones de castaño (*Castanea sativa*) y nogal (*Juglans regia*) para su aplicación en programas de mejoramiento genético, e individuación de modelos de cultivo aplicables a especies nobles".

Los objetivos del proyecto son:

- Estudiar la variabilidad genética de poblaciones de castaño y nogal en Chile por medio de marcadores biomoleculares
- Identificación de modelos de cultivo de especies latifoliadas de alto valor en el marco de la arboricultura para producción de maderas nobles incluyendo sistemas agroforestales y evaluación de aspectos técnicos y económicos
- Presentación de dos proyectos de investigación y desarrollo en forma conjunta; uno sobre mejoramiento genético de castaño (febrero de 1999) y de nogal (diciembre de 1999)

- Continuación del programa de trabajo en curso sobre "Estudio de la estructura genética de poblaciones de castaño (*Castanea sativa*) para realizar programas de conservación de germoplasma, explotación productiva y mejoramiento genético".

Esta propuesta aún no ha sido aprobada; si lo fuera, los resultados esperados son:

- Identificación y promoción de métodos de cultivo de especies latifoliadas de alto valor, considerando sistemas agroforestales y plantaciones mixtas.
- Generar conocimientos sobre la interacción genotipo - ambiente de las especies nogal y castaño en ambos países.
- Dos proyectos de investigación y desarrollo formulados, presentados y en desarrollo en forma complementaria por ambos institutos
- Publicación sobre análisis de variabilidad genética de castaño y nogal en Chile, y recomendaciones sobre la aplicación de dicha información.

4.9.5.3. Convenio de colaboración con ARF

Durante el desarrollo del proyecto se tomó contacto con la Azienda Regionale delle Foreste (ARF) de Lombardía, Italia y con el Presidente Nacional de todas las ARF italianas, a fin de llevar a cabo un convenio de colaboración con INFOR para realizar investigaciones conjuntas para la promoción y desarrollo de la arboricultura de especies nobles.

En 1998 se elaboró un convenio entre ARF e INFOR, el cual se encuentra en trámite para la firma de ambas partes. Copia de él se adjunta en el Anexo 12.

Como parte inicial de este acuerdo se recibieron, a modo de donación una colección de nueces de nogales seleccionados para madera del norte de Italia, las que se encuentran en proceso de viverización en la Universidad Austral (CEFOR) y cuyas plantas serán utilizadas para instalación de ensayos en el marco del Proyecto Silvicultura de Especies no Tradicionales: Una Mayor Diversidad Productiva. Fase II. El detalle de esta donación se presenta en el Cuadro 46.

CUADRO 46
PROCEDENCIAS DE SEMILLAS DE NOGAL ITALIANAS

Procedencia	Kilos de Semillas
Carlazzo (CO)	4
Bertignana (PV)	4
Piazzolo (BG)	4
Bracca (BG)	4

Estas plantas serán establecidas en la próxima temporada, considerando que éste material proviene de semillas de zonas frías del norte de Italia, se considera importante plantarlas en zonas homologas en Chile, ya sea por latitud o altitud.

4.9.5.4. Proyecto FIA II

A principios de 1998 se decidió formular un proyecto que le diera continuidad al Proyecto Silvicultura de Especies no Tradicionales: Una Mayor Diversidad Productiva. A la fecha se han obtenido interesantes resultados en el ámbito silvicultural, de antecedentes generales, de requerimientos ecológicos y distribución potencial en Chile, de características de maderas y de análisis económico. Asimismo se ha establecido una red de ensayos (38, incluyendo los ensayos instalados esta temporada) que constituye una base para el manejo de estas especies en Chile y para la adopción de la técnica de la arboricultura.

Es por ello que se presentó esta segunda fase del proyecto, indispensable para procesar la valiosa información que generará la observación y evaluación del crecimiento de las especies en estudio, necesaria para proyectar las potencialidades de crecimiento de las mismas hacia la edad de cosecha; y permitirá profundizar algunos aspectos que se han evidenciado como del mayor interés, así como difundir los resultados obtenidos.

Este proyecto fue aprobado, por lo que se iniciará el 1º de Octubre del presente año y abarcará un período de 5 años. Su objetivo es promover la diversificación silvícola del sector forestal a nivel nacional, con base en antecedentes científicos, mediante el empleo de especies de alto potencial.

El resumen y objetivos específicos de este proyecto se presentan en el Anexo 13.

4.9.5.5. Proyecto FONDEF

En 1996, frente a las inquietudes generadas e interés por desarrollar y agrandar el abanico de especies a diversificar, se formuló y presentó al Fondo Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) el proyecto "Diversificación de plantaciones forestales con especies de interés económico". Este fue aprobado y se contempla su ejecución durante 36 meses. Su objetivo general es fomentar la diversificación de especies en plantaciones forestales entre la VII y X Regiones del país, mediante la forestación y reforestación de terrenos que actualmente presentan baja rentabilidad, con el fin de mejorar las condiciones de sustentabilidad biológica y económica del sector. Más antecedentes del mismo se presentan en el Anexo 13.

4.9.5.6. Proyecto PRODECOP- SECANO

En el contexto de esta línea de investigación, en Diciembre de 1996 se formuló y aprobó el proyecto "Diversificación de alternativas de producción forestal y agroforestal para pequeños propietarios en el secano", iniciado en 1995 por INDAP y financiado por Gobierno de Chile y el Banco Mundial y supervisado y administrado por el FIA. El estudio, de tres años de duración, tiene como objetivo general la promoción de la diversificación silvícola en el sector forestal en el ámbito de pequeños propietarios y comuneros de la zona del secano, con base en antecedentes científicos. Ello mediante la utilización de especies de doble propósito, cuyas características, silvicultura y manejo sean conocidas, y que a la vez constituyan una alternativa real y promisoría para las comunidades objetivo.

El resumen y otros antecedentes del mismo se presentan en el Anexo 13.

4.9.6. Giras Tecnológicas

4.9.6.1. Gira tecnológica sobre Silvicultura de Especies Forestales y Frutoforestales de Alto Valor - USA

Producto del interés concertado en los sectores público y privado de las acciones del proyecto de Diversificación, entre el 13 y 24 de octubre de 1997, se realizó una gira a Estados Unidos con el objeto de conocer la experiencia estadounidense en el manejo de bosques naturales y plantaciones de especies caducifolias forestales y frutoforestales de alto valor, obtener antecedentes de mercados, precios y restricciones a la comercialización en Norteamérica y visitar centros de investigación.

En esta gira se aprendió acerca del manejo de bosques naturales, de la elaboración y procesamiento de madera de latifoliadas y aspectos de comercialización. También se pudo conocer la experiencia de la reintroducción de latifoliadas nativas en bosques naturales de Estados Unidos. Con respecto a los antecedentes de mercados, precios y restricciones a la comercialización, se apreció una falta de transparencia a las restricciones aplicadas en Norteamérica. Se visitaron numerosos centros de investigación entre los que destacan USDA Forest Service en Washington, Coweeta Experimental Forest and Hydrologic Laboratory, Servicio Forestal de St. Mary's, Allegheny National Forest, Hardwood Technology Center y Facultad Forestal de la U. Virginia Tech.

En el Anexo 14 se presenta el detalle de las actividades realizadas.

4.9.6.2. Gira tecnológica sobre Silvicultura de Especies Forestales de Alto Valor - Argentina

Como una forma de ampliar los conocimientos relacionados a la diversificación forestal se consideró factible la realización de una gira con entidades del sector público y privado a Argentina, de modo de conocer la experiencia de dicho país, concretamente en la Provincia de Misiones, sobre el cultivo de especies forestales de alto valor en plantaciones puras y mixtas, conocer las técnicas de propagación masiva de dichas especies, y de manejo de especies nativas tanto en plantaciones como en formaciones naturales. Además se considera la recopilación de información respecto a costos de manejo y cosecha como precios y mercados de las especies *Melia azedarach*, *Grevillea robusta*, *Fraxinus sp.* y *Paulownia spp.*

Esta gira se realizó los días 23 a 30 de agosto del presente año. En el Anexo 15 se señalan más antecedentes de esta Gira.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Selección promisorio de especies

La metodología utilizada en la selección de las 17 especies estudiadas se considera interesante y apropiada, por que permitió revisar una serie de antecedentes que justificaron en el momento de la elección el interés e importancia de cada una de ellas.

5.2. Características y requerimientos ecológicos de las especies

La elaboración de las monografías de las 17 especies que cuenta el proyecto se considera un instrumento de gran importancia dentro de la línea de diversificación forestal, debido a que entregan los conocimientos básicos de todos los aspectos necesarios para iniciarse en la forestación con especies de alto valor. Estos se refieren a los requerimientos ecológicos, información sobre silvicultura, propiedades de la madera y evaluación económica, entre otros.

Se debe tener en cuenta que la información que entregan las monografías son recopilaciones bibliográficas, y que por tratarse de especies europeas y norteamericanas en su mayoría, incluyen recomendaciones que sería necesario validar en nuestro país.

En este sentido se debe destacar que para las especies con menor conocimiento en el país fue difícil acceder a información debido a la inexistencia de material bibliográfico. Esta dificultad fue superada contactándose con instituciones y/o expertos extranjeros en forma directa recuperando información desde Internet.

5.3. Especificación modelos culturales

Se consideran los ensayos instalados como uno de los resultados más concreto y validos desarrollados por el proyecto. Ellos son la base empirica con la que cuenta la línea de diversificación para ir definiendo las especies que parecen ser más promisorias de acuerdo a la información cuantitativa obtenida.

Por otra parte los ensayos son un importante medio para transferir los resultados del proyecto, especialmente los que presentan buenos resultados, pues por si solos despiertan el interés de los propietarios y reúnen los atributos necesarios para utilizarlos como áreas demostrativas en silvicultura y manejo de especies de alto valor y días de campo.

Algunas unidades resultaron malogradas por la falta de mantención y cuidados brindados por sus propietarios. Esto, pese a ser un incumplimiento del Convenio suscrito entre INFOR y cada propietario, puede considerarse como una falta de comprensión de la trascendencia de la investigación por parte de éstos últimos. Esta situación es señalada en el Cuadro 47, y corresponden al 12,5 % del total de las unidades establecidas.

CUADRO 47
RESUMEN DE ENSAYOS PERDIDOS

Ensayo	Año Instalación	Especie	Propietario	Causa De Pérdida
Casablanca - V Región	1994	<i>Juglans regia</i> <i>Juglans hindsii</i>	UNICYT	Falta de riego; cuidados culturales no realizados
Casablanca - V Región	1994	<i>Ceratonia siliqua</i>	UNICYT	Falta de riego; cuidados culturales no realizados
Melipilla - Región Metropolitana	1995	<i>Juglans regia</i>	José Vergara	Falta de riego; cuidados culturales no realizados
Molina - VII Región	1995	<i>Juglans regia</i>	Domingo Veloz	Traslado de ensayo a otro sitio sin aviso
Ovalle IV Región	1996	<i>Juglans regia</i>	Carlos Soto	Falta de riego; cuidados culturales no realizados

De los ensayos instalados, en el correspondiente a *Grevillea robusta* en Coihueco - VIII Región establecido en la temporada 1996, ocurrió una alta mortalidad (60 %) debido a un repique inadecuado en el vivero, lo que llevó a una malformación del sistema radicular de las plantas y posterior muerte de éstas. Esto terminó con el ensayo, por lo que a la siguiente temporada, en 1997, se replantó con *Liquidambar styraciflua*.

Los dos ensayos de *Quercus falcata* instalados en 1997 en el predio Las Mercedes ubicado en El Carmen (VIII Región) se debieron replantar debido a que las plantas eran de muy mala calidad lo que provocó una alta mortalidad. Situación similar ocurrió en el predio El Huaqui - VIII Región, inicialmente plantado en 1997 con *Liriodendron tulipifera*, debiendo replantarse en 1998 con nogal negro y olivo de bohemia.

Por otra parte, hubo ciertos obstáculos en la obtención de semillas como *Alnus rubra*, especie de la cual no se pudo colectar ni importar propágulos sexuales. Similar es el caso de Ruil ya que no se pudo obtener semillas de la especie.

Posteriormente, la germinación de las semillas tanto importadas como compradas en el país no fue siempre la deseada, a pesar de aplicar los tratamientos pregerminativos recomendados para cada especie. Esto generó para la temporada 1997 una disminución del número de ensayos a instalar con respecto a lo programado. Dicho año se establecieron 12 de los 15 ensayos comprometidos y con una menor cantidad de especies.

En el Cuadro 48 se puede apreciar la baja disponibilidad de plantas durante la temporada 1997.

CUADRO 48
DISPONIBILIDAD DE PLANTAS TEMPORADA 1997

Especie	Procedencia	Plantas
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Cesaf - Chile	0
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Alemania	0
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Hungría	0
<i>Alnus glutinosa</i>	Cesaf - Chile	150
<i>Alnus glutinosa</i>	Alemania	225
<i>Alnus glutinosa</i>	Hungría	22
<i>Alnus cordata</i>	Italia	95
<i>Alnus rubra</i>	Oregon - USA	0
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	North Dakota - USA	410
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Conrad Appel - Alemania	90
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Propag. Vegetat. Chile	300
<i>Fraxinus excelsior</i>	Cesaf - Chile	0
<i>Fraxinus excelsior</i>	Slovenia	4
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Cesaf - Chile	0
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Louisiana - USA	0
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Cesaf - Chile	6
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Louisiana - USA	350
<i>Quercus falcata</i>	Cesaf - Chile	1000
TOTAL		2652

Durante todo el desarrollo del proyecto se apreció una sobrecarga de trabajo técnico y de terreno, lo que se solucionó en parte con la subcontratación de actividades como preparación e instalación de ensayos, medición y cuidados culturales, lo que permitió abocarse a la supervisión continua de los ensayos y a la evaluación de las operaciones subcontratadas.

5.4. Determinar las zonas aptas para el desarrollo de las especies

La cartografía obtenida en la determinación de las zonas potenciales se considera una herramienta muy importante para impulsar el desarrollo de plantaciones con especies de alto valor. En la actualidad se podría clasificar al grupo conformado por Castaño, Nogal y Cerezo como las más promisorias, y se ha observado un creciente interés por parte del sector privado. Por tal motivo el Gobierno tiene el deber de difundir estos resultados principalmente a entidades planificadoras del sector público tales como Gobiernos Regionales para aportar con información y ayudar a concretar las iniciativas que hasta ahora se han presentado.

En los Cuadros 49, 50, 51 y 52 se presentan las superficies potenciales regionales para las especies incluidas en el proyecto.

CUADRO 49
SUPERFICIES POTENCIALES REGIONALES PARA LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Región	Aliso Italiano		Aliso Negro		Aliso Rojo		Castaño sin riego		Castaño con riego	
	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total
V			335.422	2,56						
RM			466.177	3,55						
VI			802.415	6,12					258.306	7,23
VII			1.938.291	14,78	48.859	1,41			532.477	14,90
VIII	686.801	11,17	2.955.587	22,54	859.514	24,82	398.356	18,10	670.847	18,77
IX	1.684.218	27,39	2.485.052	18,95	888.020	25,64	562.637	25,57	834.272	23,34
X	3.778.613	61,44	4.131.693	31,50	1.666.971	48,13	1.239.732	56,33	1.277.962	35,76
TOTAL	6.149.632	100,00	13.114.637	100,00	3.463.364	100,00	2.200.725	100,00	3.573.864	100,00

Fuente: INFOR, 1998 (Geoaplicaciones Recursos Naturales, Prestador de servicios contratada por el proyecto)

CUADRO 50
SUPERFICIES POTENCIALES REGIONALES PARA LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Región	Cerezo Americano sin riego		Cerezo Americano con riego		Cerezo Común sin riego		Cerezo Común con riego		Fresno	
	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total
V *							810.896	11,0		
RM							389.912	5,29		
VI			85.620	2,28	109.382	2,20	575.438	7,81	411.902	9,47
VII			499.411	13,28	729.952	14,66	1.395.027	18,94	1.225.590	28,17
VIII			800.200	21,28	1.225.978	24,63	1.283.384	17,42	1.227.970	28,23
IX	436.336	27,19	885.655	23,56	1.102.956	22,16	1.102.956	14,97	794.402	18,26
X	1.168.351	72,81	1.488.757	39,60	1.809.608	36,35	1.809.608	24,56	690.145	15,87
TOTAL	1.604.687	100,00	3.759.643	100,00	4.977.876	100,00	7.367.221	100,00	4.350.009	100,00

*: Se consideró el área potencial sin información de suelo

Fuente: INFOR, 1998 (Geoaplicaciones Recursos Naturales, Prestador de servicios contratada por el proyecto)

CUADRO 51
SUPERFICIES POTENCIALES REGIONALES PARA LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Región	Grevillea		Liquidambar sin riego		Liquidambar con riego		Nogal Común Con riego		Nogal Negro	
	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total
V *					962.323	16,86	578.753	11,81		
RM					404.462	7,08	314.079	6,41		
VI	184.920	5,29			470.984	8,25	460.343	9,39	417.367	9,14
VII	1.189.674	34,04			1.282.317	22,46	1.159.091	23,65	1.286.007	28,15
VIII	1.063.656	30,43			1.051.214	18,41	1.088.721	22,21	1.210.485	26,50
IX	655.041	18,74	282.714	24,94	687.258	12,04	957.151	19,53	792.941	17,36
X	401.614	11,49	850.716	75,06	850.716	14,90	342.477	6,99	861.381	18,86
TOTAL	3.494.905	100,00	1.133.430	100,00	5.709.274	100,00	4.900.615	100,00	4.568.181	100,00

*: Se consideró el área potencial sin información de suelo

Fuente: INFOR, 1998 (Geoaplicaciones Recursos Naturales, Prestador de servicios contratada por el proyecto)

CUADRO 52
SUPERFICIES POTENCIALES REGIONALES PARA LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Región	Pino Piñonero		Roble Americano sin riego		Roble Americano con riego		Sicomoro		Tulipero	
	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total	Area (ha)	% del total
V *	563.731	23,32			962.323	9,00				
RM	290.131	12,01			827.666	7,74				
VI	276.344	11,44			953.011	8,91	291.009	4,91	114.940	2,45
VII	918.503	38,01			1.996.521	18,67	1.489.181	25,12	620.194	13,23
VIII	339.494	14,05			2.512.973	23,50	1.323.135	22,32	1.266.023	27,02
IX	28.419	1,18			1.730.022	16,18	990.953	16,72	908.933	19,40
X			1.339.963	100,00	1.710.945	16,00	1.833.192	30,93	1.776.159	37,90
TOTAL	2.416.622	100,00	1.339.963	100,00	10.693.461	100,00	5.927.470	100,00	4.686.249	100,00

*: Se consideró el área potencial sin información de suelo

Fuente: INFOR, 1998 (Geoaplicaciones Recursos Naturales, Prestador de servicios contratada por el proyecto)

Debido a la falta de información de suelos en la V Región, hubo retraso en la realización de los respectivos mapas de zonas potenciales.

Por otra parte, se verificó que tanto las regiones V como la Metropolitana no presentan información completa de suelos, lo que puede producir variaciones en los resultados de zonas potenciales para las especies.

En cuanto a las especies involucradas en el proyecto, se constató la falta de información referente a los requerimientos ecológicos de ellas, siendo en algunos casos incongruentes unos con otros, debiendo buscar información adicional a la descrita en las monografías.

5.5. Determinar las características de las maderas de algunas especies

De los resultados del análisis de las propiedades físico - mecánicas de la madera de castaño, se concluye que, es una madera con densidad de 569 kg/m^3 al 12 % de contenido de humedad.

Presenta, en general, resistencias mecánicas medianas. La madera de castaño analizada es apta para trabajos en carpintería (excelente aspecto) y para aquellas aplicaciones que exigen choques y vibraciones.

Con respecto a las otras especies, en el cuadro 53 se presenta su clasificación según Sallenave (1971).

CUADRO 53
SUPERFICIES POTENCIALES REGIONALES PARA LAS ESPECIES ESTUDIADAS

	ALISO	ACER	NOGAL	NOGAL SECO
Clase de Dureza según resistencia	Blanda	Semi-dura	Semi-dura	Semi-dura
Cota de Dureza según densidad	Pequeña	Pequeña	Normal	Normal
Clase de Clivaje según resistencia	Pequeña	Mediana	Mediana	Mediana
Cota de Laminabilidad según densidad	Medianamente laminable	Poco laminable	Poco laminable	Poco laminable
Clase de Flexión Estática según resistencia	Pequeña	Mediana	Mediana	Mediana
Cota de calidad de Flexión Estática según densidad	Mediana	Grande	Grande	Grande
Cota de calidad de Compresión paralela	Mediana -ligera	Superior - pesada	Superior - pesada	Superior - pesada
Cota de tenacidad	Medianamente tenaz	Medianamente tenaz	Medianamente tenaz	Medianamente tenaz

Fuente: UACH, 1998 (Instituto Tecnológico de Productos Forestales)

En la madera de Aliso las pruebas indican que posee un contenido de humedad cercano al 101,4 %, con una densidad básica de $0,399 \text{ g/cm}^3$ y una densidad anhidra de $0,454 \text{ g/cm}^3$.

Por su parte, Arce presentó un contenido de humedad de 56,3 %, con una densidad básica de $0,52 \text{ gr/cm}^3$ y una densidad anhidra de $0,587 \text{ g/cm}^3$.

Para el nogal cosechado en 1996, la densidad básica fue de $0,522 \text{ g/cm}^3$ y la densidad anhidra fue de $0,610 \text{ g/cm}^3$; el nogal cosechado en 1998 presentó una densidad básica de $0,504 \text{ g/cm}^3$ y una densidad anhidra de $0,566 \text{ g/cm}^3$.

Al respecto, uno de los problemas encontrados, fue que se constató la inexistencia de un centro tecnológico o de investigación para realizar el análisis de foliado debido a la falta de maquinaria para el proceso, generándose dificultades para la obtención de presupuestos para su realización.

El análisis de las propiedades físico - mecánicas resultó ser mucho más costoso que lo esperado; no obstante se llegó a un acuerdo con el Instituto Tecnológico de la Madera y el Centro Experimental Forestal (CEFOR) de la Universidad Austral, para realizar dichos análisis, quienes se vendieron al proyecto los árboles de *Acer pseudoplatanus* y *Alnus glutinosa* de sus ensayos experimentales.

5.6. Realizar evaluación económica de las especies

Las evaluaciones de las 15 especies estudiadas que se presentan, deben considerarse como referenciales debido al bajo nivel de conocimiento de la silvicultura de las especies y, en algunos, casos también de su mercado y en definitiva de los precios de los productos.

En términos generales se definieron cuatro grupos de especies (Cuadro 53), de características similares en cuanto a precios de su madera, rentabilidad y silvicultura de las mismas; estos grupos son:

- Grupo a) :Especies definidas como productoras de maderas de alto valor, de adecuada rentabilidad y que permiten una silvicultura intensiva: Castaño, Nogal común y negro, Cerezo común y americano.
- Grupo b) : Grupo formado por alisos (*Alnus rubra*, *Alnus cordata* y *Alnus glutinosa*). Este grupo de especies presenta un buen nivel de precios internacional, inferior al de las maderas del grupo precedente y de una rentabilidad media y de silvicultura de menor inversión o menos intensa.
- Grupo c) : A este grupo pertenecen especies de maderas de precios similares, por lo general de un valor definido como maderas económicas, de baja rentabilidad y que requerirían una silvicultura de baja inversión lo forman las especies Arce, Grevillea, Liquidambar y Tulipero. La especie excepcional de este grupo es la Grevillea de la que se presume un buen nivel de crecimiento que se expresa en su buena rentabilidad.
- Grupo d) : Son especies de las cuales se presume producen maderas de alto valor pero de baja rentabilidad, debido especialmente a un bajo nivel de crecimiento, lo forman las especies Roble americano y Fresno. Cabe mencionar que los horizontes de rotación de estas especies son de 54 años para el Fresno y 45 años para el Roble.
- Grupo e) : Este grupo lo forma por si sola una especie excepcional, como es el caso de Pino piñonero, de la cual se espera una madera de bajo valor, pero su rentabilidad estaría dada por la producción de frutos.

CUADRO 53
GRUPO DE ESPECIES EVALUADAS ECONÓMICAMENTE

Grupo	Características	Especie
A	maderas de alto valor de adecuada rentabilidad y que permitirían una silvicultura Intensiva	Castaño
		Nogal común
		Nogal negro
		Cerezo común
		Cerezo americano
B	buen nivel de precios internacional, inferior al grupo a y de una rentabilidad media y de silvicultura menos intensa	Aliso rojo
		Aliso común
		Aliso italiano
C	maderas económicas, de baja rentabilidad y que requerirían una silvicultura de baja inversión	Arce sicomoro
		Grevillea
		Tulipero
		Liquidambar
D	maderas de alto valor pero de baja rentabilidad, especialmente debido a un bajo nivel de crecimiento	Roble rojo americano
		Fresno
E	madra de bajo valor forestal, pero su rentabilidad estaría dada por la producción de frutos	Pino piñonero

Fuente: INFOR, 1998

En resumen las especies de maderas nobles de mayor interés por grupo son:

Grupo a: castaño y ambos nogales presentan una buena rentabilidad; no obstante el plus de frutos en el nogal común lo ubica por encima del nogal negro.

Grupo b: son especies de rentabilidad similar, no obstante *Alnus rubra* es la especie con un mercado de mayor desarrollo y más representativo de los alisos.

Grupo c: dado el mejor crecimiento de *Grevillea* la sitúa en un nivel de rentabilidad adecuado, no obstante, se cree que se debe profundizar el conocimiento en la silvicultura de la especie y la posibilidad de mercado futuro.

Finalmente la especie Pino piñonero al parecer sólo sería adecuada a la producción de frutos, para lo cual se requiere un mayor análisis en la técnica de este tipo de producción

El principal problema encontrado fue determinar claramente el crecimiento de las especies en estudio, debido a las grandes diferencias encontradas en bibliografía. Por este motivo, se recurrió a fuentes de información extranjeras y se procedió a una búsqueda exhaustiva del potencial de crecimiento y comportamiento de las especies, provocando un retraso en el término de la actividad.

Las especies poseen mercados determinados históricamente, tanto por el origen de los bosques como por la utilización que se le ha asignado como material de mueblería, construcción, artesanía, etc.

Muchas de las especies abordadas en este estudio son originarias de Norteamérica, como es el caso del Roble americano rojo, Tulipero y Aliso rojo. En la región del norte la utilización de estas maderas es masiva, por lo que existe un mercado formal para ellas desde hace más de medio siglo. EE.UU., fuera de producir grandes volúmenes de madera para abastecer el mercado interno, ha ampliado sus límites comerciales hacia países de Europa y Asia, en donde también gozan de gran aceptación.

Otras especies como el Arce, Fresno y Cerezo, que son originarias de Europa, fueron traídas a Norteamérica en tiempos de la Colonia y hoy forman parte del inventario nacional de EE.UU. con grandes volúmenes de producción y un mercado de exportación en franco desarrollo.

Por otro lado, especies como Nogal y Castaño, conocidas prácticamente en todo el mundo, poseen un mercado definido tanto para la madera como para los frutos y con grandes perspectivas a futuro. Compradores de Europa, Asia y América consideran estas maderas imprescindibles para ciertos usos y, en la actualidad la oferta es cada vez más escasa. Igualmente los frutos son de gran atractivo para la industria alimenticia mundial.

Finalmente, especies menos conocidas como *Grevillea robusta* representan una alternativa dentro del comercio de maderas y, aún cuando no existe demanda actual por ellas, es posible que en el futuro puedan captar cierta porción del mercado desabastecido.

Sin duda, el mercado asiático representa el mercado de mayores proyecciones para un gran grupo de especies, según lo revelan las cifras de exportación norteamericanas. Europa igualmente representa un poder comprador importante y Norteamérica, representado por el propio EE.UU. y Canadá, son potenciales compradores de maderas debido al gran nivel de comercialización que sustentan.

5.7. Difundir los resultados obtenidos

En cuanto al material bibliográfico y de terreno que se ha generado, entre ellos, la edición y publicación de videos, artículos en revista, cartillas divulgativas, cartografía, unidades instaladas, y otros, se puede decir que son herramientas valiosas de difusión, por que tienen como finalidad entregar información sencilla sobre el establecimiento y tratamientos silviculturales de las especies que estudió el proyecto, orientado a un público objetivo que serán principalmente los pequeños y medianos propietarios silvoagropecuarios, así como profesionales y técnicos encargados de transferir estos conocimientos.

Sin embargo, cabe señalar que muchas veces el tipo de material generado presenta limitaciones, ya que la información proviene de recopilaciones bibliográficas que no han sido validadas en su

totalidad en nuestro país, sin embargo con la base de datos que entregan los ensayos, se espera poder difundir información sobre los requerimientos y tratamientos silviculturales de las especies en nuestro país, la que se logrará con la segunda fase del proyecto, financiada por la Fundación para la Innovación Agraria.

Por otro lado es necesario destacar, que el proyecto realizó bastantes actividades en cuanto a difusión, considerando los recursos disponibles para ello, sin embargo, estamos conscientes de que la tarea que queda por delante es grande, y esperamos que concite la colaboración de los diferentes agentes involucrados en el desarrollo de Chile.

6. PROBLEMAS ENFRENTADOS

Durante el desarrollo del proyecto se presentaron principalmente problemas relacionados con la instalación de ensayos. Surgieron sin embargo, otros problemas que se mencionan a continuación.

6.1. De gestión

Debido a la gran cantidad de ensayos instalados, sobretudo en las temporadas 1997 y 1998, se produjeron atrasos en la instalación de los mismos, producto de la reducida disponibilidad de personal técnico, lo que llevo a que la planificación de las actividades programadas se retrasaran. Para la temporada 1998 esta situación se solucionó llamando a concurso a propietarios interesados en instalar ensayos en sus predios y a contratistas para realizar las actividades involucradas, de manera que se organizó con tiempo suficiente la necesidad de recursos.

Con esta modalidad, el equipo de trabajo se abocó a realizar las gestiones tendientes a la elaboración de los contratos respectivos, coordinar el aporte de los propietarios y suministrar diversos insumos y materiales tales como plantas, geles de plantación, trozos de polietileno para la instalación de mulch, fertilizantes; postes, mallas y alambres para cercar.

6.2. Administrativos

A pesar de contar con una cuenta independiente de los recursos utilizados en el proyecto, el sistema de administración con que cuenta INFOR, no fue expedito en la entrega de fondos de acuerdo a las necesidades del proyecto. Para solucionar este problema, se debió solicitar los antecedentes para los informes financieros con bastante anticipación, de manera de cumplir con los plazos para la entrega de ellos.

6.3. Legales

Se considera como mayor problema legal, el que se refiere a los convenios de colaboración con propietarios en la instalación de ensayos. Aún se espera la firma de algunos de ellos, incluso de ensayos instalados con anterioridad a 1997. Además dichos convenios no poseen una herramienta legal que sancione el incumplimiento de las obligaciones adquiridas por parte de los propietarios, lo que ha generado descuidos, e incluso pérdidas de ensayos, aunque exista de por medio el convenio firmado.

Frente a esta situación, de difícil solución, se tomaron medidas en el sentido de enviar continuamente cartas a los propietarios solicitando su colaboración para lograr buenos resultados en los ensayos instalados en sus predios.

6.4. Técnicos

6.4.1. Características y requerimientos ecológicos de las especies

Se debe tener en cuenta que la información que entregan las monografías son recopilaciones bibliográficas, y que por tratarse de especies europeas y norteamericanas en su mayoría, incluyen recomendaciones que sería necesario validar en nuestro país.

En este sentido se debe destacar que para las especies con menor conocimiento en el país fue difícil acceder a información debido a la inexistencia de material bibliográfico. Esta dificultad fue superada contactándose con instituciones y/o expertos extranjeros en forma directa recuperando información desde Internet.

De igual modo, la validación de los requerimientos ecológicos de las especies en Chile y los tratamientos silviculturales más adecuados se irá concretando con el desarrollo de la Fase II del proyecto que comenzará a ejecutarse a partir de octubre del presente año.

6.4.2. Especificación de modelos culturales

Algunas instalaciones resultaron malogradas por la falta de mantención y cuidados brindados por sus propietarios. Esto, pese a ser un incumplimiento del Convenio suscrito entre INFOR y cada propietario, puede considerarse como una falta de comprensión de la trascendencia de la investigación por parte de éstos últimos.

Por otra parte se presentaron problemas con las plantas instaladas en algunos ensayos por lo que hubo que replantar el ensayo completo. En el punto 5.3 se explica esto con mayor detalle.

Por otra parte, hubo ciertos obstáculos en la obtención de semillas, llegando incluso a no obtener plantas por lo que se optó por aumentar los ensayos con plantas de especies cuya disponibilidad fuese mayor.

Posteriormente, la germinación de las semillas tanto importadas como compradas en el país no fue siempre la deseada, a pesar de aplicar los tratamientos pregerminativos recomendados para cada especie. Esto generó para la temporada 1997 una disminución del número de ensayos a instalar con respecto a lo programado. Dicho año se establecieron 12 de los 15 ensayos comprometidos y con una menor cantidad de especies.

6.4.3. Determinar las zonas potencialmente aptas para el desarrollo de las especies

Debido a la falta de información de suelos en la V Región, hubo retraso en la realización de los respectivos mapas de zonas potenciales.

Por otra parte, se verificó que tanto las regiones V como la Metropolitana no presentan información completa de suelos, lo que puede producir variaciones en los resultados de zonas potenciales para las especies.

En cuanto a las especies involucradas en el proyecto, se constató la falta de información referente a los requerimientos ecológicos de ellas, siendo en algunos casos incongruentes unos con otros, debiendo buscar información adicional a la descrita en las monografías.

6.4.4. Determinar las características de las maderas de algunas especies

Al respecto, uno de los problemas encontrados, fue que se constató la inexistencia de un centro tecnológico o de investigación para realizar el análisis de foliado debido a la falta de maquinaria para el proceso, generándose dificultades para la obtención de presupuestos para su realización.

El análisis de las propiedades físico - mecánicas resultó ser mucho más costoso que lo esperado; no obstante se llegó a un acuerdo con el Instituto Tecnológico de la Madera y el Centro Experimental Forestal (CEFOR) de la Universidad Austral, para realizar dichos análisis, quienes vendieron al proyecto los árboles de *Acer pseudoplatanus* y *Alnus glutinosa* de sus ensayos experimentales.

En el caso del Nogal colectado en el año 1996 en la comuna de Pirque, Región Metropolitana, este no pudo ser analizado oportunamente por requerimientos de la empresa que realizaría el análisis de foliado. Posteriormente, la Universidad Austral por medio del Instituto de Tecnología de Productos Forestales, realizó ensayos para evaluar las propiedades en estado seco.

6.4.5. Realizar evaluación económica de las especies

El principal problema encontrado fue determinar claramente el crecimiento de las especies en estudio, debido a las grandes diferencias encontradas en bibliografía. Por este motivo, se recurrió a fuentes de información extranjeras y se procedió a una búsqueda exhaustiva del potencial de crecimiento y comportamiento de las especies, provocando un retraso en el término de la actividad.

Debido al bajo nivel de conocimiento de la silvicultura y crecimiento de las especies, y en algunos casos también de su mercado en el país, las evaluaciones económicas de las especies estudiadas se deben tomar como referenciales. Además, se recomienda realizar trabajos futuros orientados a conocer el comportamiento de la madera frente a condiciones de secado, procesos mecánicos de elaboración y fabricación de piezas o elementos para usos especiales.

6.4.6. Difundir los resultados obtenidos

En cuanto a la difusión, grandes problemas no se presentaron, ya que de acuerdo a lo comprometido se realizaron todas las actividades a excepción de un día de campo, el cual se efectuará en el contexto de la fase II del proyecto.

7. CONCLUSIONES

Queda de manifiesto que el presente proyecto generó información relevante en diferentes tópicos para impulsar la diversificación forestal en nuestro país, dentro de los cuales se incluyen:

- 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.
- Difusión de resultados.

Sin embargo, parte de la información generada está basada en antecedentes extranjeros por lo que investigaciones futuras deberían validar para nuestro país los tópicos antes mencionados.

De igual modo, la validación de los requerimientos ecológicos de las especies en Chile y los tratamientos silviculturales más adecuados se irá concretando con el desarrollo de la Fase II del proyecto que comenzará a ejecutarse a partir de octubre del presente año.

La utilización de un Sistema de Información Geográfica para la obtención de las zonas potenciales para cada una de las especies estudiadas se considera una herramienta valiosa con múltiples aplicaciones. No obstante, se debe insistir en la salvedad que estas zonas no incluyen restricciones como uso actual de la tierra, capacidad de uso potencial del suelo e infraestructura, entre otras, lo que unido a la escala de trabajo sólo permite obtener superficies indicativas de la distribución potencial de la especie sobre la base de clima y suelo, por lo que los datos no se deben traducir en superficie útil disponible para plantación.

Por otro lado, en virtud de las escalas de ingreso de la información básica utilizada, tanto edáfica como climática, es muy probable la existencia de zonas cuyas características específicas difieran de las generales presentadas por la literatura consultada. Por ello, el usuario debe adoptar este estudio sólo como una guía en la distribución potencial de la especie y adecuarla a su realidad local.

Debido al bajo nivel de conocimiento de la silvicultura y crecimiento de las especies, y en algunos casos también de su mercado en el país, las evaluaciones económicas de las especies estudiadas se deben tomar como referenciales. Además, se recomienda realizar trabajos futuros orientados a conocer el comportamiento de la madera frente a condiciones de secado, procesos mecánicos de elaboración y fabricación de piezas o elementos para usos especiales.

Se sabe que en Estados Unidos la utilización de estas maderas es masiva, por lo que existe un mercado formal para ellas desde hace más de medio siglo. Por otro lado, especies como Nogal y Castaño, conocidas prácticamente en todo el mundo, poseen un mercado definido tanto para la madera como para los frutos y con grandes perspectivas, al cual Chile debería acceder.

Además, la investigación complementaria realizada permitió abordar temas de gran interés para el marco general del proyecto, como la potencialidad del Avellano en chocolatería y el estudio de variabilidad genética de nogal, entre otros, generando a su vez contactos y enlaces entre instituciones relacionadas con la Diversificación Forestal de Chile, lo que debería favorecer la presentación de futuros proyectos de investigación que aborden los temas que en este período no fueron posibles de tratar o sólo han quedado enunciados. A modo de ejemplo, se han realizado convenios con el Instituto per L' Agroselvicoltura de Porano para estimar la variabilidad genética de poblaciones de Castaño en nuestro país, sentando las bases para un plan de mejoramiento genético de la especie con fines frutoforestales; a futuro se espera realizar lo mismo con Nogal.

Con respecto a las proyecciones de este proyecto se puede señalar que con el tiempo se observó un aumento progresivo de interés por parte de privados, no sólo de pequeños y medianos propietarios sino que también de empresarios para apoyar esta iniciativa, ya que la visualizaron como una alternativa productiva real al degradado sector agrícola.

Las publicaciones realizadas y las actividades de difusión y transferencia concretadas permitieron sondear y captar también el interés de parte de los profesionales y técnicos relacionados con el rubro silvoagropecuario, manifestado en solicitudes para conseguir mayor información, participar en actividades de investigación y producción con las especies estudiadas, y emprender unidades de negocios relacionadas a la silvicultura de especies no tradicionales.

Finalmente, considerando la cantidad de unidades instaladas en este proyecto y la gran cantidad de información que se generará de las mismas, en cuanto al comportamiento dasométrico de las especies seleccionadas, comportamiento fitosanitario y a sus proyecciones económicas, es que se hace necesario continuar con la investigación. A modo de justificación científica es importante señalar que si se evalúa el comportamiento de una especie hasta la mitad de su rotación los datos pueden ser extrapolados hasta el final de la misma, en cuanto a crecimiento, manejo y productividad (CSIR, 1994).

De esta forma se puede orientar a la utilización de especies que originan mayor valor, diversificando el abanico de posibilidades productivas con positivos resultados desde el punto de vista estratégico, económico y ecológico, con lo que se logra enfrentar de mejor manera los mercados internacionales, aplicar otras alternativas de cultivo con real interés económico permitiendo ampliar el acervo forestal del país, y reducir pérdidas por ataques de plagas o enfermedades.

Bibliografía

- CSIR, 1994. Short course on tree breeding techniques. Vol 1. Cap. 12. Forestek, Nelspruit, Sud Africa.
- Loewe, V. 1995. Diversificación y sustentabilidad. Segunda Reunión de Avances en Silvicultura, Universidad de Chile, Santiago.
- Picard, O. 1994. Diversifier: ne pas mettre tous ses oeufs dans le meme panier. Forêt Entreprise N° 100.
- Sallenave, P. 1971. Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux. 12 ème suppl. Nogent – Sur – Marne, Francia, Centre Technique Forestier Tropical. 123 p.



INFOR
Instituto Forestal

SANTIAGO

Huérfanos 554
Casilla 3085
Fono: (56-2) 693 0700
Fax: (56-2) 693 0880
693 0890 - 638 1286
e-mail: info@infor.cl
<http://www.infor.cl>

CONCEPCION

Camino a Coronel
km 7,5 - Casilla 109 C
Fono: (56-41) 37 0027-28-29-30
Fax: (56-41) 37 0031

VALDIVIA

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

COYHAIQUE

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