

Castanea sativa

Potencialidad de
Especies y Sitios para
una Diversificación
Silvícola Nacional

MONOGRAFIA

CASTAÑO

INFOR - CO F

Castanea sativa

Castaño es una especie que alcanza los 35 m. de altura y posee una madera muy apreciada. En Chile se desarrolla bien en la VIII, IX y X Regiones principalmente, aunque se presentan plantaciones entre la VII y X regiones. Se puede manejar con doble propósito (madera y frutos), con crecimientos de 4 a 20 m³/ha/año en rotaciones de 12 a 18 años como monte bajo y de 35 años para alcanzar un volumen cercano al metro cúbico por árbol de madera de calidad. Para la obtención de madera foliable, en nuestro país se asume una rotación de 30 años. Existe demanda para la industria de chapas decorativas, muebles, postes y otros.

AUTORES:

Verónica Loewe M.
Manuel Toral I.
María Alejandra Mery A.
Claudia Delard R.
Claudia López L.
Elizabeth Urquieta N.

CONTRAPARTE TÉCNICA CONAF:

Michael Bourke
Armando Sanhueza

97

POTENCIALIDAD DE ESPECIES
Y SITIOS PARA UNA DIVERSIFICACIÓN
SILVÍCOLA NACIONAL

Monografía de
CASTAÑO

Castanea sativa



Registro de propiedad intelectual N° 99123
Santiago de Chile, 1997

Autor: INFOR - CONAF

Equipo de trabajo:

VERÓNICA LOEWE M.
MANUEL TORAL I.
ALEJANDRA MERY A.
CLAUDIA DELARD R.
CLAUDIA LÓPEZ L.
ELIZABETH URQUIETA N.

Contraparte técnica CONAF:

MICHAEL W. BOURKE
ARMANDO SANHUEZA S.

Financiamiento de la presente edición:

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA, F.I.A.
Ministerio de Agricultura. Chile.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, CONAF
Ministerio de Agricultura. Chile.

INSTITUTO FORESTAL, INFOR
Corporación de Fomento a la Producción. Chile.

Esta publicación se terminó de imprimir en Noviembre de 1998.

El texto reproducido y las opiniones vertidas en este documento, son de responsabilidad exclusiva de los autores

Fue impreso por: Neuenschwander & Cruz. Santiago Chile

ÍNDICE

ÍNDICE

Prólogo

1.	ANTECEDENTES GENERALES	9
1.1	DISTRIBUCIÓN	9
1.2	DESCRIPCIÓN	9
1.3	ASPECTOS REPRODUCTIVOS	9
1.4	ASPECTOS GENÉTICOS	10
2.	REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS	13
2.1	SUELOS	13
2.2	CLIMA	14
2.3	ALTITUD	15
2.4	EXPOSICIÓN	15
3.	PLAGAS Y ENFERMEDADES	17
4.	SILVICULTURA Y MANEJO	19
4.1	PROPAGACIÓN	19
4.2	ESTABLECIMIENTO	20
4.2.1	Preparación del terreno	20
4.2.2	Plantación	20
4.2.3	Densidad de plantación	20
4.2.4	Riego	20
4.2.5	Fertilización	21
4.2.6	Control de malezas	21
4.3	MANEJO FRUTOFORESTAL	21
4.3.1	Crecimiento	21
4.3.2	Productividad	25
4.3.3	Poda	26
4.3.4	Raleos	26
4.3.5	Cosecha de frutos	27
5.	PRODUCCIÓN	29
5.1	PRODUCCIÓN DE FRUTOS	29
5.1.1	Características y clasificación	29
5.1.2	Producción nacional	30
5.1.3	Producción mundial	32
5.1.4	Aprovechamiento	33
5.1.5	Precios y mercados	33
5.2	MADERA	34
5.2.1	Características y clasificación	34
5.2.2	Producción nacional	36
5.2.3	Producción mundial	36

5.2.4	Usos	36
5.2.5	Precios	37
6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	39
6.1	ANTECEDENTES	39
6.1.1	Crecimiento esperado	39
6.1.2	Rotación	39
6.2	MARCO DE EVALUACIÓN	39
6.3	SUPUESTOS BÁSICOS	40
6.3.1	Indicadores económicos	40
6.3.2	Valor de la jornada de trabajo	40
6.4	ESQUEMA DE MANEJO PROPUESTO	41
6.5	COSTOS DIRECTOS	46
6.5.1	Costos de establecimiento de una plantación de castaño ..	46
6.5.2	Costos de manejo	46
6.5.3	Costos de cosecha	46
6.5.4	Costos de administración	46
6.5.5	Costos de mantención	47
6.5.6	Costos de protección forestal	47
6.6	DETERMINACIÓN DE PRODUCTOS Y VOLÚMENES	47
6.7	RESULTADOS	50
6.8	CONCLUSIONES	51
7.	OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CASTAÑO, VII - X REGIÓN	53
7.1	INTRODUCCIÓN	53
7.2	RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA CASTAÑO	53
7.3	METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CASTAÑO, REGIONES VII A X	54
7.3.1	Zona de estudio	54
7.3.2	Información general utilizada	54
7.3.3	Información específica	55
7.3.4	Requerimientos ecológicos de castaño	55
7.3.4.1	Período vegetativo	55
7.3.4.2	Temperatura media anual	55
7.3.4.3	Temperatura mínima absoluta	55
7.3.4.4	Precipitación media anual	55
7.3.4.5	Precipitación septiembre-febrero	56
7.3.4.6	Disponibilidad de agua	56
7.3.4.7	Índice de humedad	56
7.3.4.8	Profundidad del suelo	58

7.3.4.9	Textura del suelo	58
7.3.4.10	Drenaje del suelo	58
7.3.4.11	Reacción del suelo	58
7.3.4.12	Densidad aparente	59
7.3.4.13	Altitud	59
7.4	INTERPRETACIÓN Y RESULTADOS DE LAS ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CASTAÑO, VII A X REGIONES	59
7.4.1	Área potencial para Castaño en la VII Región	59
7.4.2	Área potencial para Castaño en la VIII Región	61
7.4.3	Área potencial para Castaño en la IX Región	62
7.4.4	Área potencial para Castaño en la X Región	63
	Bibliografía	67
	Anexos	71
	ANEXO I	
	Ajuste del comportamiento proyectado para los principales parámetros del crecimiento de Castaño	
	ANEXO II	
	Figura 4	
	Desarrollo comparativo del DAP y altura total en Castaño	
	Figura 5	
	Incremento del DAP y el espesor de la corteza en Castaño	
	ANEXO III	
	RESUMEN DE COSTOS	
	COSTOS DE ESTABLECIMIENTO	
	COSTOS DE MANEJO	
	COSTOS DE MANTENCIÓN	
	COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	
	COSTOS DE PRODUCCIÓN FORESTAL	
	COSTOS DE COSECHA	
	ANEXO IV	
	INGRESOS POR PRODUCTOS	
	INGRESOS POR PRODUCTO MADERERO	
	INGRESOS POR PRODUCCIÓN DE FRUTOS	
	ANEXO V	
	CUADRO RESUMEN DE CASTAÑO	
	ANEXO VI	
	ILUSTRACIONES DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES	

PRÓLOGO

En el año 1995, el sector forestal supera, por primera vez, los dos mil millones de dólares como valor total de las exportaciones de productos a partir, principalmente, de las plantaciones de Pino radiata y Eucalipto. El mismo año se pone en marcha el Proyecto Catastro de la Vegetación Nativa, instrumento que materializa el anhelo nacional por conocer el estado de estos recursos. Y, también ese año, se establece la necesidad de enfrentar la diversificación de las plantaciones forestales, mediante la puesta en marcha de un Programa de Diversificación, impulsado por la Corporación Nacional Forestal.

El propósito de diversificar demuestra el grado de madurez que ha alcanzado la Nación en esta materia, al proponerse un paso de gran importancia y un nuevo impulso al dinamismo del desarrollo forestal.

Para llevar a cabo esta tarea, cuyos propósitos son ampliar la base de sustentación de la silvicultura nacional y orientar una producción de mayor valor agregado hacia nuevos mercados, fue necesario, en primer lugar reunir las bases fundamentales del conocimiento disponible. Para ello se ha elaborado el material bibliográfico que a continuación se presenta, una colección de 11 Monografías de las siguientes especies: Lenga, Roble, Raulí, Coigüe y Canelo, entre las nativas, Pino oregón, Álamo, Castaño, Aromo australiano, Eucalipto regnans y Pino piñonero entre las exóticas y una detallada cartografía, a escala 1:250.000, que ilustra el área potencial de ellas, excepto Lenga y Canelo.

Las dos instituciones estatales del sector, la Corporación Nacional Forestal y el Instituto Forestal, han unido esfuerzos durante más de dos años para llevar a cabo este objetivo, el cual se inició mediante un riguroso proceso de selección de especies a partir de más de doscientas opciones iniciales. Durante este proceso participó un grupo de prestigiados especialistas en la materia, hasta llegar a las once que serían definitivamente elegidas y objeto del estudio detallado.

El equipo de trabajo, compuesto por investigadores de INFOR dirigidos por la ingeniero forestal Verónica Loewe y, como contraparte técnica de la Corporación Nacional Forestal, los ingenieros forestales Michael Bourke y Armando Sanhueza, puso en práctica una metodología de estudio basada en la observación y análisis de los Factores Limitantes al crecimiento de las especies, logrando resultados en tres campos principales de información:

- a: caracterización de las especies escogidas en cuanto a sus requerimientos esenciales de suelo y clima;
- b: definición de los sitios en los cuales pueden obtenerse buenos desarrollos;
- c: examen de las condicionantes económicas de estos cultivos en varios escenarios.

Diversas instituciones y profesionales también participaron en el proceso aportando valiosa información y experiencias. Especial mención le cabe a la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo, mediante el concurso del ingeniero forestal señor Jaime Ulloa, quien aportó valiosos antecedentes sobre el cultivo del Álamo. Así mismo Viveros Máfil, por intermedio del ingeniero forestal señor Fernando Schultz, aportó antecedentes sobre la misma especie. El ingeniero forestal señor Herbert Siebert entregó importante información sobre el cultivo del Aromo australiano. También el profesor Iván Chacón, de la Universidad de Talca, tuvo una destacada labor en la elaboración de la información económica.

A todos ellos y a otros profesionales que colaboraron entusiasta y desinteresadamente, nuestra gratitud.

Gonzalo Paredes Veloso
Director Ejecutivo
Instituto Forestal
INFOR

José Antonio Prado Donoso
Director Ejecutivo
Corporación Nacional Forestal
CONAF

1.

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 DISTRIBUCIÓN

Castanea sativa Miller, que pertenece a la familia *Fagaceae* y al género *Castanea* (13 especies), es una especie de la mayor importancia en Europa. Crece en forma espontánea en los países mediterráneos de Europa y Asia Menor, especialmente en: Italia, España, Portugal, Grecia y Turquía.

1.2 DESCRIPCIÓN

El Castaño es un árbol longevo, monoico, deciduo, con corteza estriada, ramoso. En Europa, cuando madura, puede alcanzar hasta 35 m de alto (Najera y Angulo, y López, 1969; Bagnaresi, 1986). Su copa puede llegar a una superficie de 140 m², característica que varía si el hábito de crecimiento es erecto o abierto (Saavedra, 1981). Su sistema radicular es pivotante, medianamente profundizador, robusto y extendido lateralmente.

1.3 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

En Chile, el Castaño florece entre mediados de noviembre y enero (IX y X Región) (Medel, 1986). Sus flores femeninas están agrupadas de 3; son de ovario ínfero y originan un fruto que botánicamente se denomina erizo, el que se desarrolla con posterioridad a la fecundación. Es una especie protandrea, es decir: su floración masculina precede a la femenina (Bagnaresi, 1986); además, en un mismo amento, se presentan distintas longitudes del filamento, lo cual permite clasificar las flores masculinas en braquiestaminadas, mesoestaminadas y longiestaminadas. Sólo estas últimas pueden considerarse como polinizantes, debido a que la polinización es preferentemente anemófila y secundariamente entomófila; las flores masculinas presentan cierta complejidad debido a la morfología de sus estambres y a su carácter monoico.

La polinización cruzada es indispensable no sólo a causa de la dicogamia sino también porque es autoestéril. Además, pueden existir diversos grados de autoincompatibilidad; por eso los polinizantes que se elijan deben, junto con una buena adaptación ecológica al lugar de plantación, emitir su polen en un período que cubra lo más ampliamente posible el período de receptividad máxima y tener un buen grado de compatibilidad genética con la variedad a polinizar (Sudzuki, 1983).

En huertos jóvenes podría haber fallas en la cuaja de frutos debido a que la producción de polen puede resultar insuficiente para asegurar una polinización cruzada. Para una buena polinización, los árboles no deberían estar separados por más de 60 m de sus polinizantes (Saavedra, 1981; Bagnaresi, 1986).

La maduración de los frutos se produce entre 140 y 160 días, después de la polinización, lo que es considerado como un período corto. Los períodos más largos toman desde 165 a 185 días, según la variedad. En las regiones IX y X, la maduración del Castaño se produce entre fines de febrero y fines de abril. Este ciclo brotación-madurez es independiente de la fecha de brotación para las diferentes variedades (Saavedra, 1981).

El crecimiento del fruto se caracteriza por una aceleración importante en la última fase de su desarrollo, lo que es necesario tener presente para determinar el riego en zonas de baja precipitación estival (Sudzuki, 1983).

La cosecha de los frutos se realiza durante marzo y abril. En el mes de mayo, la caída de las hojas marca el comienzo del receso vegetativo (Medel y Orueta, 1986).

1.4 ASPECTOS GENÉTICOS

En Chile, gran parte de la superficie plantada con Castaño proviene de semillas de Castaño europeo, lo que ha generado material vegetal muy variable tanto en la estructura y tamaño de plantas como en la fecha de maduración de los frutos.

A pesar de los inconvenientes mencionados -que, por otra parte, constituyen una riqueza, porque permiten iniciar programas de mejora genética con la disponibilidad de material vegetal apropiado y propagado en forma adecuada- se cuenta con plantas adaptadas a las diferentes condiciones agroecológicas del centro sur y sur de Chile.

- **Cultivares europeos**

El Castaño europeo, que se cultiva preferentemente en los países del sur de Europa y Asia Menor (Italia, Francia, España, Portugal, Grecia y Turquía), está representado por cientos de clones y gran número de cultivares comerciales. Parte importante del mejoramiento se ha enfocado a obtener resistencia contra el *mal del pie* o *tinta* que afecta al sistema de raíces y es provocado por los hongos *Phytophthora cambisora* y *P. cinnamomi*; y también contra una enfermedad llamada *cancro del tronco* producida por el hongo *Endothia parasitica*, que ha provocado bajas en la producción de Europa y USA a partir del primer tercio del presente siglo (Medel, 1990).

Entre los cultivares usados en Francia e Italia, algunos son híbridos resultantes de cruzamientos interespecíficos con especies orientales a fin de otorgar cierto grado de resistencia al *cancro del tronco*, se pueden citar los siguientes: Francia: *Belle Épine, Bournet, Marigoule, Marsol, Marron Comballe, Marron de Goujonac*; Italia: *Marrone di S. Giorgi, Marrone di Bruzollo, Marrone di Lusernetta, Marrone di Chisa y Marrubia di Bernezzo (Op. cit.)*.

- **Cultivares japoneses e híbridos**

Los cultivares japoneses provienen de plantas nativas del sur de Corea. En Japón, al contrario de Europa, el cultivo del Castaño se ha incrementado en forma tan notoria que, ese país es hoy uno de los principales productores del mundo y el mayor consumidor de castañas y marrones (Medel, 1990).

Los Castaños japoneses son árboles de menor tamaño y de una precoz entrada en producción. Recientemente se han introducidos en Italia los cultivares *Tanzawa, Tsubuka y Ginyose*. Entre los híbridos euro-japoneses de producción más temprana se encuentran: *Marygoule, Marval, Bournette, Vignols, Precoce Migoule, Marsol, Ipahrra, Marki*.

Las principales ventajas del Castaño japonés son su resistencia a *Phytophthora* y una cierta tolerancia a *Endothia*, factores que se han considerado para su mejoramiento (*Op. cit.*).

- **Cultivares americanos, chinos e híbridos**

El material vegetal americano fue seleccionado principalmente como productor de madera y taninos y sólo secundariamente por sus frutos. La llegada del *cancro del tronco* a principios de siglo, eliminó al Castaño americano como especie en USA. Con resultados relativos, se han realizado programas de mejoramiento tratando de usar en principio un buen árbol maderable y agregando otras condiciones como adaptación a la vida silvestre, mayor fructificación, entre otros (Medel, 1990).

En estos programas han intervenido el Castaño japonés y el chino, este último especialmente para efectos de resistencia al hongo *Endothia parasitica*, no siendo problema el *mal de pie*.

Entre las variedades de Castaño chino cultivadas en USA pueden citarse: *Crane, Meiling y Nanking*. Entre los híbridos con la especie americana se destacan: *Sleeping giant y Clapper*, este último, de condiciones maderables particularmente interesantes.

- **Chile**

En Chile, esta especie presenta una gran diversidad genética, lo que hace que sus características fenotípicas sean muy variables.

En 1986 se realizó, en las regiones VIII y X, una prospección de frutos de Castaños la que confirmó la gran variabilidad que se obtiene de plantas que provienen de semillas sin injertación posterior con algún cultivar definido. Entre las características más relevantes se encontró una alta variabilidad de calibre (número de frutos por kilogramo de peso) que en promedio fue de 95, con medias extremas de 80 y 120, tamaño insatisfactorio si se compara con los estándares o clases de frutos que se comercializan internacionalmente. En general, la producción de frutos es tardía, por lo que en regiones tales como la X, que presentan otoños demasiado húmedos, sería necesario seleccionar cultivares más tempranos para evitar problemas de hongos (CORFO, 1987a).

Por otra parte, es un hecho importante el que no se hayan encontrado infestaciones con *Endothia parasitica*. En consecuencia, debe ser rigurosa la labor fitosanitaria de control de la internación de material vegetal, ya que en este aspecto, Chile es una excepción en cuanto al cultivo del Castaño europeo (Medel, 1990).

Se debe considerar, además, el problema generalizado de autoesterilidad del Castaño, por lo que es necesario incorporar material vegetal que diversifique los cultivares que se utilizan en Chile (*Marron doré de Lyon* y *Monstruosa de Knight*), favoreciendo la cosecha más temprana en otoño. De hecho existen cultivares que entre polinización y maduración de frutos pueden ir de 75 a 115 días (Medel y Orueta, 1986). La introducción de cultivares y, por lo tanto, la propagación vegetativa de ellos, hace que el material vegetal entre rápidamente en producción luego de ser plantado, evitando de esta forma el fenómeno de juvenilidad de plantas propagadas por semillas, las que entran en producción después de varios años (*Op. cit.*)

2.

REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

En el presente capítulo se ha recopilado información sobre los requerimientos del Castaño a nivel climático y edáfico. Mayor detalle de los requerimientos ecológicos de la especie ver capítulo 7, Obtención de Zonas Potenciales para el establecimiento de Castaño (pag. 53).

2.1 SUELOS

El Castaño requiere suelos de texturas livianas a medias, con buen drenaje, profundos, permeables y de reacción ácida (pH 4,5-6,0). En suelos con pH superior a 6,5, los árboles presentan clorosis (Medel, 1986; Bourgeois, 1992).

Es un árbol sensible a la asfixia radicular, de modo que el suelo debe ser de buen drenaje. Como todos los frutales, los mayores rendimientos se obtienen en suelos de alta fertilidad, pero tolera suelos relativamente superficiales, de textura liviana y de reacción netamente ácida. Los suelos arenosos deben ser abonados con materia orgánica en forma de estiércol o de abono verde (Loewe *et al.*, 1994).

Los suelos pesados, favorecen ataque de hongos, así como los suelos muy porosos. Son recomendables los suelos drenados, de 50 cm. de profundidad mínima, ricos en P y K, con subsuelo friable (IDF, 1990; Bagnaresi, 1986, cit. por Loewe *et al.*, 1994).

Según un estudio realizado por CORFO (1987b), en Chile el Castaño prospera en buena forma en las zonas de Angol-Renaico y en las zonas de Temuco-Nueva Imperial, y Gorbea-Loncoche en la IX Región; y en las zonas de Mariquina-Máfil, Valdivia, La Unión y Río Negro en la X Región. Este estudio indica que entre las regiones IX y X habría más de 200.000 hectáreas aptas para el cultivo de la especie (Cuadro 1).

Saavedra (1981) considera que la ubicación potencial de la especie corresponde a las regiones VIII, IX y X, siendo difícil que compita con otros cultivos desde la V a la VII Región.

CUADRO 1
SUELOS APTOS PARA EL CASTAÑO EN LAS REGIONES IX Y X

Región	Tipo Suelo A sin limitaciones (ha)	Tipo Suelo B con limitaciones ligeras (ha)	Superficie Total
Novena	30.280	47.254	77.534
Décima	61.506	91.521	153.027
TOTAL	91.786	141.775	233.561

Fuente: CORFO (1987b)

2.2 CLIMA

El Castaño es una especie mesófila y mesotérmica, que evita los sitios áridos, fríos o con neblina. Requiere una temperatura media anual de entre 8 y 15°C. Prefiere climas templados y se comporta mejor en zonas no expuestas a vientos ni heladas tardías, pues éstas afectan a las yemas y los brotes de 1 y 2 años, así como la madera del año precedente. Sin embargo, soporta el frío invernal hasta los -34°C (Sudzuki 1983; Bagnaresi, 1986).

Los requerimientos de frío para romper el receso vegetativo son relativamente bajos, 700 horas frío. La brotación se produce cuando la temperatura media se mantiene constante por algunos días en 8°C. Las temperaturas mayores tienden a anticipar la brotación, y las menores a retrasarla (Sudzuki, 1983).

La especie requiere de al menos 700 mm anuales de precipitación, por lo que la disponibilidad hídrica es a menudo un factor limitante para su cultivo (Bagnaresi, 1986). El Castaño tiene exigencias elevadas de agua en verano (febrero - marzo), período durante el cual se desarrollan los frutos. No tolera sequías prolongadas, sobre todo durante los 3 años siguientes a la plantación. Según IDF (1990) es un árbol resistente a los lugares ventosos.

Medel (1986) define para las regiones IX y X algunos estimadores climáticos que, en mayor o menor medida, definen el grado de desarrollo productivo para algunas especies frutícolas, entre ellas el Castaño (Cuadro 2).

Necesita calor antes de la brotación y floración (Medel, 1986). Saavedra (1981) estima que el umbral de temperatura media que promueve la floración es de 13,5°C; Bretadeau (1964, *cit.* por Medel 1986), afirma que la temperatura al momento de la floración debe ser de 15 a 18°C.

CUADRO 2
ESTIMADORES CLIMÁTICOS PARA CASTAÑO

Estimador	0	1	2
Temperatura anual	< 10 °C	10 - 11 °C	> 11 °C
Horas Frío (N°)	< 700	700 - 900	> 900
Período libre de heladas	< 4 meses	4 - 5 meses	> 6 meses
Período térmico vegetativo	< 5 meses	5 - 6 meses	> 6 meses
Precipitación anual	< 800 mm	800 - 1.200 mm	> 1.200 mm
Precipitación Primavera-Verano	< 400 mm	400 - 600 mm	> 600 mm
Período seco	> 4 meses	2 - 4 meses	< 2 meses

Fuente: Mendel (1986)

2.3 ALTITUD

En Europa, las regiones donde tradicionalmente se cultiva el Castaño se encuentran entre los 100 y 1.500 msnm, aunque se considera como rango apropiado para su cultivo en Chile, las áreas entre los 300 y 900 msnm (Loewe *et al.*, 1994).

2.4 EXPOSICIÓN

Son preferibles las exposiciones sur y sureste, ya que son menos susceptibles a las heladas, especialmente en suelos arenosos o de recalentamiento rápido.

3.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

La enfermedad más común en nuestro país es la *tinta* o *mal de pie* (*Phytophthora*), y siendo el *cancro de la corteza* o *tizón* (*Endothia*) una enfermedad susceptible de ser introducida. Para su control, Saavedra (1981) aconseja tratamientos químicos desde enero a marzo con productos como *Azinphos*, *Phosalene* y *Methidathion* (Loewe *et al.*, 1994).

Las plagas más comunes corresponden a Carpocasca (*polilla del fruto*), Balanina y Gorgojo de la castaña (Suzuki, 1983). Por las enfermedades que presenta la especie en ciertas áreas del mundo, principalmente con el cancro de la corteza o tizón (*Endothia*), la importación de semillas está regulada por Resolución N°-1144 de 13/05/1981 del SAG (Servicio Agrícola Ganadero), permitiéndose su importación solamente desde zonas libres de *Endothia parasitica*; además, deben venir fumigadas desde el país de origen (32 g/m^3 , 2,5 horas de exposición a 26,7 - 35,6°C, a presión atmosférica) y desinfectadas con *Captan* u otro fungicida mercurial orgánico.

Si se trata de la importación de material vegetal de otro tipo (estacas, púas, etc.) se debe solicitar una resolución exenta al Departamento de Protección Agrícola, quedando el material en cuarentena por un mínimo de 2 años, al cabo de los cuales el SAG fijará los requisitos de internación. Ésto, porque las plagas más graves descritas en Europa o EE.UU. no existen o no han sido descritas en nuestro país (*Op. cit.*).

4. SILVICULTURA Y MANEJO

4.1 PROPAGACIÓN

La especie se propaga naturalmente por semilla, lo que produce plantas heterogéneas que no reproducen el cultivar. Por eso, para la producción frutícola se usa la técnica de injertación, acodado (mugrón) y estacado; las 2 últimas no son empleadas a nivel comercial (Loewe *et al.*, 1994).

Según Saavedra (1981), los portainjertos utilizados son árboles de semilla de *Castanea sativa*, híbridos de *Castanea crenata x Castanea sativa* o *Castanea mollisima*. Estas son plantas obtenidas por mugrones de híbridos seleccionados por su buena compatibilidad con el injerto, o por su resistencia a enfermedades radiculares. Para la injertación, normalmente, se usa el empalme inglés, en agosto - septiembre sobre plantas de 1 año; de hendidura, en septiembre - octubre; y el de yema de ojo vivo en octubre - noviembre y el de ojo dormido en enero- febrero.

La propagación por estaca y mugrón permite obtener plantas arraigadas idénticas a la variedad de donde fueron obtenidas, su éxito depende de la especie que se utiliza. No es conveniente realizar injertos en la parte inferior de la planta (primeros centímetros del cuello), por los efectos en la madera, la que se vería alterada.

Actualmente, para reproducir individuos destinados a la producción de fruto y madera, se recomienda utilizar plantas procedentes de semilla (*Op.cit.*). Los antecedentes de las semillas de Castaño se detallan en el siguiente Cuadro 3.

CUADRO 3
ANTECEDENTES GERMINATIVOS DE SEMILLAS

Semillas limpias / kg	Pureza (%)	Viabilidad (%)	Germinación (%)	N° de Semillas viables / kg
150 - 330	100	65	67 - 93	176

Fuente: Gordon y Rowe (1982)

Además, el Castaño rebrota con facilidad y gran vigor, los brotes de 2° crecimiento suelen ser más rectos y crecen con mucha velocidad (Jaynes, 1975).

4.2. ESTABLECIMIENTO

4.2.1 Preparación del terreno

Lo ideal es efectuar una aradura o un subsolado en todo el terreno, pero si esto no es posible, se realizan casillas lo suficientemente grandes como para favorecer un correcto establecimiento y recuperación de las plantas. Éstas se pueden realizar manualmente o en forma mecanizada con un taladro, aunque en los suelos limosos o arcillosos, éste último sistema, tiene el inconveniente de alisar y sellar las paredes de la casilla. Para evitar lo anterior, conviene abrir las casillas en otoño y plantar, más tarde, en primavera.

Cuando la vegetación existente rebrota de tocón, se procede a utilizar productos químicos para su eliminación definitiva, la que es deseable pero muy costosa. El estacado y plantación, sin una previa extracción de todos los vástagos, se puede realizar cuando ésta no sobrepase un 5 % de la superficie a plantar.

4.2.2 Plantación

La plantación se puede realizar desde fines de otoño a comienzos de primavera, durante el período de reposo vegetativo.

La distribución de las variedades polinizantes y las principales se aconseja que sea por hileras, para facilitar la cosecha, y de tal manera que no queden más de tres hileras consecutivas con la misma variedad (*Op. cit.*).

4.2.3 Densidad de plantación

Para la producción de frutos se emplean densidades de hasta 100 plantas/ha (Loewe *et al.*, 1994).

Con fines forestales, en Francia se recomienda para producción de madera, plantar entre 1.000-1.200 plantas/ha, para llegar con unos 200 individuos al final de la rotación que, en dicho país, es de 40-50 años (IDF,1990).

Para el caso de Chile, Loewe *et al.* (1994) proponen una densidad inicial de 1.100 plantas/ha, con plantas sin injertar tipo 1:0, a raíz desnuda y de unos 30 a 40 cm de alto, orientado a la producción de madera defoliable en una rotación de 30 años.

4.2.4 Riego

El Castaño exige agua durante el período de desarrollo de hojas y formación del fruto, por lo que debe regarse -si es necesario- desde diciembre a marzo (*Op. cit.*).

En Chile, aún en zonas como Parral, no se acostumbra regar y, a pesar de ello, se logra una buena producción.

4.2.5 Fertilización

El estado nutricional del árbol influye sobre la producción y el tamaño de la fruta, por lo que es aconsejable fertilizar con nitrógeno, fósforo y, eventualmente, potasio (Salvatierra, 1990).

Después de haber asegurado una reserva de P y K al momento de la plantación, se deben proporcionar 60-80 unidades de N cada año para plantas en producción. El P, se suministra sólo si es necesario, en dosis de 200 - 300 /unidades/planta cada 3 - 4 años (Bassi, s.f.).

Sudsuki (1983), recomienda fertilizar con 50 - 250 g de una mezcla de 5 -10 - 5 NPK por árbol joven, e incrementar 50 g anualmente hasta los 6 años. En el caso del K, en los suelos que lo requieran hay que aplicar 100 - 300 unidades cada 3 años y P cada 10 años a razón de 200-300 unidades/ha.

4.2.6 Control de malezas

Las malezas presentes en el suelo compiten con el árbol fundamentalmente por nutrientes y agua. Por ello es importante mantener libre de malezas la proyección de la copa, especialmente durante los 4 - 5 primeros años (*Op. cit.*). Saavedra (1981) considera que, la eliminación de competencia es muy importante en estos años.

IDF (1990) también recomienda el empleo de herbicidas residuales, al momento de la plantación *Simazina*. Y *Atrazina* o *Dalapon* después del 3^{er} año.

4.3 MANEJO FRUTOFORESTAL

4.3.1 Crecimiento

En Europa la mayoría de los bosques de monte alto han sido convertidos a monte bajo, con los que se obtienen crecimientos de 4-20 m³/ha/año, en rotaciones de 12 - 18 años (Bagnaresi, 1986). En la zona sur de Inglaterra, en bosques de 28 años de edad, se obtienen crecimientos de 12,6 m³/ha/año (Rollinson y Evans, 1987).

Mediciones realizadas en el país en árboles sin manejo, sin injertar y en un amplio rango de distribución geográfica y de edad, indican incrementos medios anuales en diámetro que varían entre 1,0 hasta 1,5 cm (Loewe *et al.*, 1994).

Las características dendrométricas de la especie en función de la clase de edad se detallan en el Cuadro 4.

En Chile se identificaron algunas plantaciones de Castaño de tipo forestal de 5 - 35 años, entre las regiones VIII y X que, a pesar de ser escasas y de carácter experimental, permitieron un estudio en el que se constató que, el crecimiento en volumen del fuste es interesante para efectos forestales, siendo un madera

de buena calidad se puede obtener un volumen cercano a 1 m³ por árbol alrededor de los 35 años.

Dentro de las variables incluídas en el análisis se cuentan: diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro de tocón, espesor de corteza en el DAP; altura total, fuste comercial (diámetro límite: 20 cm), primera rama, bifurcación y dominancia apical, forma y estado sanitario.

CUADRO 4
CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA EDAD

Clase de Edad	5 - 9	10 -14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34
Diámetro (cm)	17	23	30	32	39	46
Área Basal (m ² / ha)	22	26	31	30	31	35
Altura Dominante (m)	8	9	12	12	13	14
Volumen (m ³ / ha)	38	90	161	157	183	229

Fuente: Bourgeois (1992)

En el Cuadro 5 se muestran los parámetros dasométricos de mayor interés muestreados en dichas plantaciones (Loewe *et al.*, 1994).

CUADRO 5
PARÁMETROS DASOMÉTRICOS PROMEDIO DE PLANTACIONES

Años	N	cm	Diámetro Tocón (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Altura Rama (m)	Altura Copa (m)
5	20	2,82	5,05	0,39	3,06	—	0,56	1,36
10	20	6,10	8,92	0,69	5,23	—	1,15	2,17
15	20	10,34	13,15	0,75	7,33	—	1,61	3,02
33	20	28,67	36,27	1,55	18,53	5,621	5,57	4,72
25	20	27,14	34,04	1,44	23,93	5,041	9,88	3,79
30	20	29,49	36,67	1,58	17,08	6,593	5,43	4,37
35	20	32,34	40,63	1,67	23,7	7,732	9,30	4,74

Fuente: Loewe *et al.* (1994)

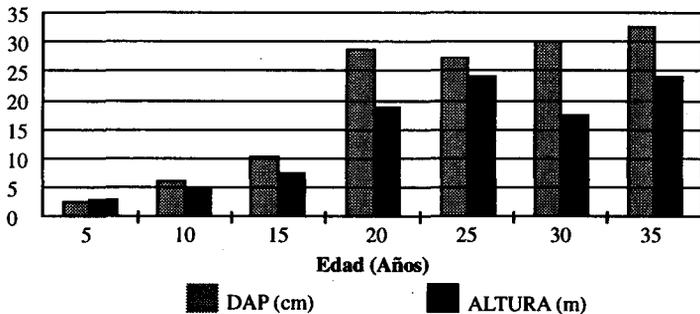
Es interesante notar que desde los 25 años se alcanzan alturas totales superiores a los 20 m, lo que no se encuentra en las plantaciones con fines frutícolas; además, el fuste presenta una proporción importante de la altura total del árbol (Loewe *et al.*, 1994).

Con respecto a las alturas comerciales, aún con un manejo precario, las plantas muestreadas con diámetros comerciales presentan valores superiores a los 5 m. Con un manejo intensivo, esas magnitudes podrían incrementarse.

Por otra parte, los diámetros presentan un incremento anual sostenido de poco más de 1 cm y un espesor de corteza de características moderadas (Anexo II).

La Figura 1 presenta el comportamiento del DAP y de la altura total en las plantaciones muestreadas por Loewe *et al.* (1994). En ambos casos después de los 22 años se produce un salto de consideración, el que se debería a los raleos practicados. La plantación de 30 años presenta una menor altura total comparada con otras edades cercanas, lo que podría deberse a un sitio de menor calidad (*Op. Cit.*).

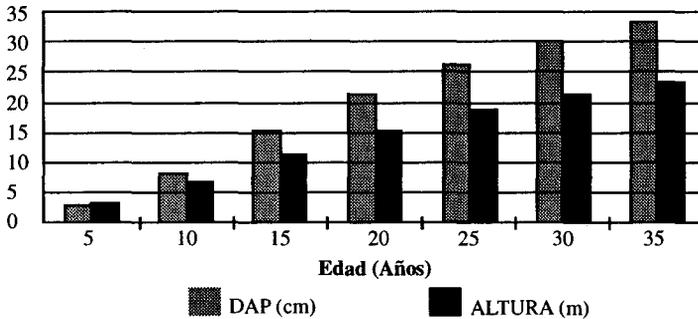
FIGURA 1
DAP Y ALTURA DE LAS PLANTACIONES DE CASTAÑO



Fuente: Loewe *et al.* (1994)

Loewe *et al.* (1994) determinaron, para Castaño, alturas comerciales, después de los 20 años, considerando un diámetro mínimo de 20 cm (Figura 2, Anexo I). Este diámetro comercial podría reducirse, considerando la tecnología disponible.

FIGURA 2
DAP Y ALTURA TOTAL SEGÚN AJUSTE



Fuente: Loewe *et al.* (1994)

En cuanto al crecimiento en volumen, Loewe *et al.* (1994) emplearon funciones de volumen de Bouchon (1982) para Haya (*Fagus sylvatica*) en Francia, debido a que ambas especies presentan características de forma y crecimiento similares. El volumen del árbol y del fuste se calculó hasta un diámetro límite de 7 cm con corteza. Las curvas de volumen ajustadas se muestran en la Figura 3.

El crecimiento del fuste en volumen (Figura 3), es interesante para efectos forestales, pues siendo una madera de buena calidad, alrededor de los 35 años se obtendría un volumen de fuste cercano a 1m³. Este valor es bastante superior a los que se han observado en Europa (*Op. cit.*).

FIGURA 3
PROYECCIÓN DEL VOLUMEN TOTAL



Fuente: Loewe *et al.* (1994)

4.3.2 Productividad

Los árboles de semilla requieren de 5 a 8 años para empezar a producir fruta, a diferencia de los injertados, que producen desde el 2° año de plantación. Se considera como buen rendimiento para esta especie una producción de 14 kg/arb/año (Saavedra, 1981). Sin embargo, para una plantación de tipo forestal, con alta densidad y reducida superficie de copa, se ha estimado que la producción comercial de frutos empieza después del 1^{er} raleo, esto es, a los 10 años, con una producción creciente desde 1 kg hasta 5 kg por árbol a los 23 años (*Op. cit.*).

La capacidad productiva de los Castaños en Europa, dados por Carbone y Paglietta (1966, *cit.* por Saavedra, 1981), se resume en el Cuadro 6.

CUADRO 6
CAPACIDAD PRODUCTIVA DE CASTAÑOS EUROPEOS

Edad (años)	Producción (kg / Planta)		
	Óptima	Buena	Mediana
12 - 24	15	11	7
25 - 50	45	30	20
51 - 100	65	49	27
101 - 200	65	48	21
201 - 400	51	37	13

Fuente: Saavedra (1981)

En Chile, según Sudzuki (1983) se obtienen las producciones que se indican en el Cuadro 7.

CUADRO 7
PRODUCCIÓN ESTIMADA DE CASTAÑAS POR ÁRBOL EN CHILE

Edad (años)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Producción (kg/árbol)	3	4	7	9	10	12	13	15	20	25

Fuente: Sudzuki (1983)

Según la misma autora, la producción en plantaciones realizadas con plantas injertadas alcanza de 2-4 ton/ha y, con buen manejo, se puede llegar hasta 10 ton. En cambio, según Kiger (1985), la producción media sería de 6,0 - 7,5 ton/ha.

De lo anterior se desprende que, en Chile, la especie presenta rendimientos mayores que los promedios europeos, aún con manejo rústico y sin selección de variedades.

Respecto a la productividad del recurso madera, Bourgeois (1992) menciona los siguientes volúmenes, según edad, para plantaciones de Castaño en Francia.

CUADRO 8
RELACIÓN EDAD / VOLUMEN

Edad (años)	12	15	20	25	30	35
Volumen (m ³ / ha)	100	118	148	177	207	236

Fuente: Bourgeois (1992)

Para el caso de Chile, el estudio realizado por Loewe *et al.* (1994), propone rotaciones de 30 años para obtener madera defoliable (diámetros > 20 cm), con un volumen extraíble de 364,54 (m³/ ha) al final de la rotación.

Otros autores mencionan producciones, a los 20 años, de 150 - 220 m³/ha.

4.3.3 Podas

En Chile, el Castaño crece en forma libre, es decir no se hacen podas de formación ni de producción. El árbol tiende a crecer en altura y con gran número de ramas, por lo que los centros productores se mantienen en la periferia, creándose zonas improductivas y sombreadas al centro (Salvatierra, 1990). El Cultivo tradicional de huertos frutales consiste en un despunte temprano en el ápice para así obtener una ramificación rápida (Loewe *et al.*, 1994). Para obtener frutos y madera, el manejo se debe hacer mediante prácticas tales como podas, raleos y cosecha de la fruta (*Op. cit.*).

Con el objeto de evitar la presencia de nudos en la madera, facilitar la operación de poda y evitar la aparición de brotes epicórnicos se propone una técnica ya en curso en algunos países europeos. Se trata del *desyeme*, es decir, la eliminación manual durante la primavera, de los brotes que aparecen en la sección inferior del fuste (Loewe *et al.*, 1994). El *desyeme* es fácil y rápido de realizar, no deja rastros en la madera y la valoriza notablemente. Esta técnica se debe combinar con la poda tradicional de ramas, así se obtienen individuos de copa productiva y con el fuste libre de nudos (*Op. cit.*).

4.3.4 Raleos

Para el manejo silvícola hay que efectuar raleos que permitan obtener los productos deseados. Al respecto, algunos autores sugieren ralear a los 10 y 20 años, para

así cosechar a los 30 (IDF, 1990). Otros sugieren para una densidad de 1.110 plantas/ha, orientada a la producción de madera defoliable en una rotación de 30 años, raleos a los 9 años (no comercial), 16 y 22 años (Loewe *et al.*, 1994).

4.3.5 Cosecha de frutos

En Chile el período de cosecha de la castaña va de mediados de marzo a mayo. En algunos casos, una vez maduro, el fruto cae al suelo dentro del erizo, lo que dificulta la recolección, razón por la cual antes de realizar esta labor es necesario limpiar de residuos de anteriores recolecciones para facilitar el trabajo. Es importante cuidar que la fruta no permanezca más de 2 días en el suelo para evitar problemas fungosos y/o deshidratación. Con la cosecha tradicional, a mano, los rendimientos no superan los 150 k/jornada (Bassi, s.f.).

5. PRODUCCIÓN

5.1 PRODUCCIÓN DE FRUTOS

5.1.1 Características y clasificación

La forma de los frutos puede ser triangular, elíptica o redondeada. Según su calibre, las castañas tienen distinta utilización, lo que da lugar a una clasificación de acuerdo a su destino (Cuadro 9).

CUADRO 9
CLASIFICACIÓN DE CASTAÑAS Y DESTINO

Categoría	Nº de Frutos/ kg	Calibre	Destino
A	< 60	grande	marrón glacé
B	61 - 100	mediano - grande	consumo directo
C	81 - 100	pequeño - grande	enlatado
D	> 100	pequeño	puré y crema azucarada

Fuente: Saavedra (1981)

Con respecto a la composición química y valor nutritivo del fruto, las castañas frescas contienen entre un 40 - 45 % de carbohidratos, la mayor parte en forma de almidón; un 2,5 - 5,0 % de aceites; un 3 % de proteína y un 50 % de agua. Esta composición, baja en aceites en comparación con otros frutales tipo nuez, hacen de la castaña un producto fácilmente digerible al asarla o cocerla, con lo cual se expanden los granos de almidón haciéndolos menos resistentes al ataque de los jugos gástricos; además contiene pocas sustancias astringentes. De aquí que su valor, como alimento, sea mayor que otras frutas secas (Saavedra, 1981).

El mercado chileno presenta pocas exigencias con respecto a las normas de calidad, porque la castaña se envasa en sacos de diferentes capacidades, sin exigencias de calibre, o clasificadas en grandes categorías (Loewe *et al.*, 1994).

5.1.2 Producción nacional

En Chile, el Castaño se cultiva desde la VII a la X Región. Ñuble, Bío-Bío, Cautín y Valdivia son las provincias con mayor número de árboles (Saavedra, 1981; Sudzuki, 1983). En estas zonas se encuentran algunos huertos comerciales, pero, en general, los huertos no son manejados y permanecen sin intervención hasta la época de cosecha, no se aplican fertilizantes, riegos ni pesticidas (Salvatierra, 1990).

La principal zona productora es la provincia de Ñuble, donde existen 93 ha de huertos industriales, ubicados de preferencia en terrenos cercanos a la Cordillera de los Andes (lomajes suaves, de secano y uso ganadero-forestal) (Loewe *et al.*, 1994).

Según Saavedra (1981) y Kiger (1985), en Chile existen unas 900 ha plantadas, distribuidas en: huertos industriales, huertos caseros, bosques y parques. Sin embargo, los huertos industriales sólo totalizarían alrededor de 170 ha localizadas, entre Linares y Malleco (Cuadro 10). En los Catastros Frutícolas Nacionales realizados por CORFO, se considera huerto industrial a toda plantación superior a 5 ha.

CUADRO 10
SUPERFICIE TOTAL DE CASTAÑOS EN CHILE

Localidad	Superficie	
	Hectáreas	Porcentaje
Linares	21,6	12,8 %
Ñuble	92,8	54,9 %
Concepción	1,2	0,7 %
Bío - Bío	20,5	12,1 %
Malleco	32,9	19,1 %
TOTAL	168,9	100,0 %

Fuente: Saavedra (1981)

Según Salvatierra (1990) en la VIII Región, existirían 149 ha plantadas con Castaño, principalmente industriales y, si se consideran los huertos caseros, la cifra alcanzaría las 196 ha. Sin embargo, durante los últimos años se han iniciado plantaciones en la zona, de modo que probablemente las cifras se han incrementado.

La castaña se comercializa tanto en: fresco, para el consumo casero; procesada, en forma de puré y castañas al jugo y en repostería, como *marrón glacé* (Loewe *et al.*, 1994).

La comercialización de castañas en el país en 1985 era del orden de las 250 ton, de las cuales 150 ton de frutos frescos se transaban en Santiago, operación que se realizaba entre los productores y/o acopiadores con el comercio mayorista (Kiger, 1985). A su vez, la industria nacional compraba a diferentes productores unas 50 ton de castañas frescas al año (Kiger, 1985; Salvatierra, 1990).

Si se considera que, como mínimo la producción nacional de castañas de los huertos industriales sería de 1.000 toneladas, una gran cantidad de fruta queda en los centros de producción, donde se pierde o se utiliza para alimentación de animales (Kiger, 1985).

A pesar de la reducida producción y comercialización de castañas, en los últimos años las exportaciones han crecido, transándose los volúmenes y precios que se indican en el Cuadro 11, destinados a diversos países, tanto en forma fresca, como congelada y procesada (Loewe *et al.*, 1994).

CUADRO 11
EXPORTACIÓN DE CASTAÑAS 1990-1993

Año	País	Cantidad (kg)	US\$ FOB Totales	US\$ / kg
1990	Alemania	351	—	—
	Reino Unido	54	—	—
	Totales / media	450	—	—
1991	Argentina	11.000	7.000	0,63
	Taiwan	41.000	96.000	2,34
	Totales / media	52.000	103.000	1,48
1992	Venezuela	6.000	8.000	1,33
	Argentina	102.000	70.000	0,68
	Totales / media	108.000	78.000	1,00
1993	Venezuela	1.500	3.000	2,00
	Argentina	147.000	133.000	0,90
	Italia	36.000	26.000	0,72
	Totales / media	185.182	162.000	1,20

Fuente: FAO, Production Yearbook, (1991 cit. por INIA, 1995)

5.1.3. Producción mundial

La producción mundial de castañas ha decrecido, como se aprecia en el Cuadro 12.

Esta menor oferta se debe a la presencia de enfermedades como *Phytophthora* (*mal del pie*) y *Endothia* (*cancro de la corteza*). En Europa la superficie de Castaño se ha reducido drásticamente debido también, a que algunos bosques han sido tala- dos para utilizar su madera en fabricación de parquet, paneles reconstituídos, pasta de celulosa y extracción de taninos. Además, el bajo calibre y calidad de la fruta de los árboles nativos, sumado al alto precio de la mano de obra en la cosecha, no han hecho comercial la explotación de este frutal (Sudzuki, 1983).

Cabe señalar que, la producción indicada para Sudamérica sería un error de información debido a que, de acuerdo a los antecedentes disponibles, ninguno de los países allí indicados -Argentina, Bolivia y Brasil- dispone de castañas (*Castanea sativa*) y el fruto castañas de cajú, habría sido informado erróneamente como castaña.

Italia, el principal productor de castañas de Europa occidental, con una producción total que en 1991 alcanzó las 41.000 toneladas, ha reducido su producción casi 8 veces respecto a 1950, cuando llegó a producir 320.000 ton (FAO, 1991, cit. por INIA, 1995)

España, el 2º productor de castañas en la Comunidad Económica Europea, produjo 30.000 ton en 1991.

Francia se ubica en la 3ª posición entre los países de la Comunidad Económica Europea, (*Op. Cit.*).

CUADRO 12
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CASTAÑAS POR CONTINENTES

Año	Asia	Europa	Sudamérica	Otros	Total
1988	331.228	124.791	14.876	10.000	480.805
1989	316.298	124.819	16.330	11.000	468.447
1990	332.800	126.021	17.340	12.000	488.161
1991	304.700	112.884	17.350	13.000	447.934

Fuente: FAO, Production Yearbook, (1991 cit. por INIA, 1995)

Turquía ha aumentado su participación entre los principales productores, duplicando su oferta entre 1980 y 1987. En 1991 registró una producción de 90.000 ton, bastante cerca de la producción de China, principal productor mundial.

Fuera de éstos, un país que ha aumentado fuertemente su producción, es Japón que es el mayor consumidor de esta fruta en el mundo. Japón realiza sus importaciones más importantes desde China (Saavedra, 1981).

5.1.4 Aprovechamiento

La producción de castañas puede tener como destino el consumo en fresco, su industrialización o alimentación del ganado, especialmente cerdos. Sin embargo, en Chile existe poca divulgación del potencial agroindustrial de este fruto, del que no sólo es aprovechable su parte comestible, sino también su cáscara de la que pueden obtenerse taninos y colorantes de utilidad en curtiembre (Kiger, 1985).

La duración de las castañas depende de la forma de recolección y preservación (Salvatierra, 1990). Una cosecha rápida y una buena conservación permiten que el fruto permanezca más tiempo comestible. Una permanencia prolongada en el suelo favorece el ataque de hongos. Un almacenaje por períodos largos, en condiciones inadecuadas, también provoca pérdidas; siendo la deshidratación el problema principal cuando no se realiza almacenamiento refrigerado (Loewe *et al.*, 1994).

5.1.5 Precios y mercado

El precio de venta de castañas ensacadas en 1995, en Chile, fue de \$ 120 el kilogramo. Los precios en el mercado exterior se resumen en el siguiente cuadro.

CUADRO 13
PRECIOS DE CASTAÑAS EN EL EXTERIOR

Año	País	US \$ / kg
1991	Argentina	0,63
	Taiwan	2,34
1992	Venezuela	1,33
	Argentina	0,68
1993	Venezuela	2,00
	Argentina	0,90
	Italia	0,72

Fuente: Loewe *et al.* (1994)

5.2. MADERA

La madera de Castaño presenta buenas características tecnológicas y de durabilidad, destinándose a múltiples usos, entre ellos: mueblería, construcción, artesanía, implementos agrícolas e industriales. De ella se obtienen productos para terminaciones interiores, chapas decorativas, muebles, parquet así como estacas y otros. Además, el duramen del Castaño contiene del 10 a 12 % de sustancias tanantes, constituyendo su extracción la industria taninera más importante de Europa (Loewe *et al.*, 1994). En Chile existe demanda por trozos de 2,4 y 3,6 m para la industria de chapas decorativas.

5.2.1 Características y clasificación

- **Características macroscópicas**

Es una madera liviana a semipesada, elástica y fácilmente hendible, moderadamente durable a la intemperie y en condiciones de humedad prolongada. Se trabaja fácilmente, toma adecuadamente los lustres y terminaciones superficiales, así como los adhesivos para su encolamiento (INFOR, 1995).

La madera de Castaño es de color blanco - amarillento. Al envejecer se hace más intenso el amarillo, llegando a tomar color de oro viejo. Duramen y albura bien diferenciados, semipesada, semidura, con líneas oscuras en el despiece tangencial. Estas líneas aparecen en la sección tangencial como consecuencia del corte longitudinal de los vasos de primavera, que son de gran diámetro, y los de otoño, por el contrario, de pequeño diámetro. Anillos anuales bien diferenciados. Textura heterogénea (Najera, 1965).

- **Características microscópicas (sección transversal)**

VASOS: de diámetro variable (50-300 micrones). Los de la zona de primavera están dispuestos en bandas concéntricas de 2 o 3 elementos y son de gran diámetro. Los de la zona de verano son de menor diámetro y van disminuyendo hasta el límite terminal del anillo anual. Número máximo, por mm² entre 50-69.

RADIOS LEÑOSOS: unicelulares, finos, numerosos, de una sola clase. Número por mm: entre 10 y 15.

FIBRAS: poligonales numerosas las de la zona de primavera y rectangulares alargadas en sentido tangencial al radio las fibras de verano.

PARÉNQUIMA: metatraqueal difuso y paratraqueal vasicéntrico parcial.

CONTENIDO CELULAR: vasos generalmente limpios, aunque presentan tilos. En las células de algunos radios hay alojadas sustancias protoplasmáticas solidificadas, así como en algunas células de parénquima.

- **Características físicas**

Las características físicas de esta madera se resumen en el Cuadro 14

CUADRO 14
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MADERA DE CASTAÑO

Densidad normal 12%		g/m ³	0,66
Contracción lineal	Contracción tangencial total		4,92
	Coefficiente contracción tangencial		0,17
	Contracción radial total		3,21
	Coefficiente contracción radial		0,11
Contracción volumétrica	Contracción volumétrica total		12,8
	Coefficiente contracción volumétrica		0,49
	Punto de saturación		28,00
Dureza	Dureza radial N	N'	2,11
	Cota dureza radial N / 2	N' / D ²	5,75
	Dureza tangencial N'	N'	2,28
	Cota dureza tangencial	N' / D ²	5,88

Fuente: Najera (1965)

- **Características mecánicas**

Las características mecánicas de la madera de castaño se detallan en el Cuadro 15.

CUADRO 15
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA MADERA DE CASTAÑO

Compresión axial	(kg /cm ²)	521,00
Compresión radial	(kg /cm ²)	69,00
Compresión tangencial	(kg /cm ²)	90,00
Flexión dinámica: Trabajo unitario	(kg /cm ²)	0,39
Flexión estática: Carga unitaria rup.	(kg /cm ²)	1.441,00
Flexión estática: Cota de flexión	F/100d	22,10
Tracción perpendicular fibras radial	(kg /cm ²)	24,00
Tracción perpendicular fibras tangencial	(kg /cm ²)	23,00

Fuente: Najera (1965)

5.2.2 Producción nacional

En 1993 se extrajeron 2.300 m³ en trozas con lo cual la producción de madera aserrada fue de 1.100 m³ para ese período. Dentro del total nacional de todas las especies, el Castaño representó el 0,03 % (INFOR, 1995).

La producción de madera aserrada de Castaño en 1994 en las distintas regiones se resume en el siguiente cuadro.

CUADRO 16
PRODUCCIÓN NACIONAL DE MADERA ASERRADA DE CASTAÑO (m³)

Tipos de Aserradero	Octava Región	Novena Región	Décima Región	Total (m ³)
Móviles		397		397
Permanentes	224	178	266	668

Fuente: INFOR (1994)

Respecto a exportaciones forestales sobre la base de Castaño, no se dispone de información seriada. Sólo se cuenta con datos para 1990, cuando el volumen exportado de productos manufacturados, como sillones y camas, aportó un retorno equivalente a US\$ 944.500, que representó el 0,1 % de la exportación forestal total a nivel nacional (INFOR, 1995).

5.2.3 Producción mundial

Los bosques de Castaño se concentran mayormente en Europa. Francia tiene una superficie de 1.000.000 ha forestadas con Castaño, con una producción anual de 4.700.000 de m³ (Bourgeois, 1992).

Le sigue Italia con 500.000 ha, una cosecha anual de 900.000 m³ destinados principalmente a la producción de polines para la agricultura y postes telefónicos.

Con menores superficies se encuentran: España: 126.558 ha; Portugal: 32.100 ha; Gran Bretaña: 30.000 ha; Grecia: 17.000 ha; Alemania: 2.000 ha (*Op. cit.*).

5.2.4. Usos

La literatura internacional indica que en Europa, la especie se maneja fundamentalmente como monte bajo para la producción de estacas y postes, como consecuencia de las plagas que han assolado la región. Sin embargo, la demanda de maderas valiosas para ebanistería, muebles finos y chapas decorativas existe y el Castaño ocupa un destacado lugar en las preferencias para tableros de partículas y, además, se le utiliza para fabricación de carbón (Loewe *et al.*, 1994).

Sus productos son: frutos, estacas, leña y madera defoliable, con un manejo frutoforestal. La madera obtenida debe ser: trozos rectos, sanos, cilíndricos y sin defectos, con un diámetro sin corteza mínimo de 23 cm y con largos de 2,85 m o más. En la actualidad el diámetro mínimo para el defoliado es de 30 cm, sin embargo; ya se dispone de la tecnología para debobinar diámetros menores para la obtención de chapas decorativas, especialmente en el caso de maderas valiosas como el Castaño (*Op. cit.*).

5.2.5 Precios

Los precios para los principales productos madereros en sus diversos grados de elaboración en el mercado nacional a diciembre de 1993 se presentan en el Cuadro 17.

CUADRO 17
PRECIOS DE MADERA DE CASTAÑO SEGÚN PRODUCTO Y LOCALIDAD

Producto	Localidad		Precio	
	Región	Provincia	Unidad	Promedio
Madera Dimensionada	Quinta	Valparaíso	\$ / m ³	625.400
Madera Elaborada	Quinta	Valparaíso	\$ / m ³	625.400

Fuente: INFOR (1994a)

Con respecto a precios, para tener una referencia, en Francia, el IDF (1990) evalúa la basa de madera de esta especie desde 80 hasta 230 US\$/m³.

6.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 ANTECEDENTES

6.1.1 Crecimiento esperado

En nuestro país, se identificaron plantaciones de Castaño, de tipo forestal, de 5 a 35 años, entre las regiones VIII y X lo que, en un estudio realizado por Loewe *et al.* (1994) permitió proyectar crecimientos de 12 a 18 m³/ha al año para rotaciones de 30 años. En esta evaluación se utilizó un crecimiento igual a 15 m³/ha/año.

6.1.2 Rotación

Se evaluará una rotación de 30 años, propuesta por Loewe *et al.* (1994), orientada principalmente a la producción de madera defoliable.

6.2 MARCO DE EVALUACIÓN

Esta evaluación económica corresponde a un análisis de los egresos e ingresos percibidos durante la rotación de la plantación de Castaño. Los costos incluyen la inversión inicial para concretar la plantación, los costos de administración, los de manejo, de mantención y cosecha. Los ingresos corresponden a la venta de los diversos productos de la plantación a lo largo de la rotación.

La evaluación consideró 3 escenarios:

- Escenario I : costos bajos de establecimiento, manejo y administración, y precios altos de los productos;
- Escenario II : costos y precios probables; y
- Escenario III : costos altos de establecimiento, manejo y administración, y precios bajos de los productos.

Estos mismos escenarios se evaluaron con bonificación forestal y sin ella. La bonificación forestal reembolsa el 75 % de los costos de establecimiento estimados por CONAF, administración y de las 2 primeras podas.

Como indicador de rentabilidad se utilizó el VES (valor económico del suelo) que corresponde al valor actual de los beneficios netos de todas las futuras rotaciones del bosque planificadas sobre dicho suelo, bajo un determinado esquema de manejo (Chacón, 1995). Se eligió este indicador que permite comparar

económicamente, distintas edades de rotación, ya que usa para evaluar el concepto de rotaciones infinitas.

Este modelo se define de la siguiente forma:

$$\text{VES} = \frac{V(R) + \sum_t \text{IN}_t (1+i)^{R-t} - C}{(1+i)^R - 1} - C - \frac{a}{i}$$

donde:

R:	Edad de rotación
i:	Tasa de actualización
V(R):	Valor de la madera en pie a edad R(\$/ha).
IN _t :	Ingresos netos al año t (\$/ha)
C :	Costos de establecimiento (\$/ha)
a:	Costo anual de administración (\$/ha/año)

El VES se interpreta como el precio máximo a pagar por el suelo. Si el VES para el proyecto resulta mayor que el valor comercial del suelo, entonces conviene ejecutar el proyecto en ese terreno. En caso contrario, si el VES del proyecto, resulta menor que el valor comercial, se estima inconveniente el proyecto para ese sitio.

Se consideraron 3 tasas de actualización; 6, 8 y 10% las que se determinaron según el tipo de inversionista: grandes, medianos y pequeños, respectivamente.

6.3 SUPUESTOS BÁSICOS

6.3.1. Indicadores económicos

Los valores utilizados se expresan en pesos (\$) chilenos, actualizados al 15 de noviembre de 1995, fecha en que regían los siguientes valores de referencia:

Unidad de Fomento (UF):	\$ 12.394,7
Dólar observado (US\$):	\$ 405,76

6.3.2 Valor de la jornada de trabajo

Los criterios para determinar el valor de la jornada de trabajo para los distintos escenarios evaluados fueron los siguientes:

- *Escenario I:* el costo de la mano de obra equivale al salario mínimo legal, cuyo valor alcanza los \$ 58,900 mensuales correspondientes a 24 jornadas.
- *Escenario II:* el costo de mano de obra equivale al salario medio pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

- *Escenario III*: el costo de mano de obra equivale al salario máximo pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

De acuerdo a los tres escenarios, se consideraron los siguientes costos de mano obra por jornada según escenario:

CUADRO 18
VALOR BRUTO DE LA JORNADA DE TRABAJO

Escenario I	Escenario II	Escenario III
(Costo Bajo)	(Costo Medio)	(Costo Alto)
\$2.454	\$3.681	\$4.908

6.4 ESQUEMA DE MANEJO PROPUESTO

Loewe *et al.* (1994), proponen un manejo de tipo monte alto, con una densidad inicial de 1.110 plantas/ha. Se realizarán raleos a los 9, 16 y 22 años, para finalmente el año 30 cosechar los árboles restantes (Cuadro 19).

El raleo del 9° año, no se considera comercial por el escaso diámetro y volumen de los árboles extraídos. En los raleos de los años 16 y 22 sólo se obtendrían postes, estacas y leña, ya que no se alcanzaría al diámetro mínimo de 20 cm necesario para la madera foliable, la cual se alcanzaría a la cosecha en el año 30.

En cada intervención se asume que un 90 % de los individuos extraídos puede entregar trozas para cercos y madera foliable, proporción que se calculó en base a los diámetros y largos proyectados. La diferencia con el volumen total, calculado según la tabla de Bouchon, se destina a leña. El 10 % restante de los árboles, sólo entregaría leña, asumiendo defectos de forma u otras limitaciones de crecimiento.

El esquema de manejo general evaluado se presenta en el Cuadro 19. El detalle según escenario puede ser observado en los Cuadros 20, 21 y 22.

Todos los esquemas proponen un manejo intensivo de las plantaciones debido al tipo de producto a obtener: madera defoliable, que exige un número de podas considerable. La tasa de crecimiento se mantiene para los 3 casos en 15 m³/ha/año.

CUADRO 19
ESQUEMA DE MANEJO DE PLANTACIONES DE CASTAÑO

Año	H.T (m)	DAP (cm)	Actividad	Arb/ha	Raleo Arb/ha	Vol. Ext. (m ³ /ha)	Leña (n°)	Postes1 (n°)	Postes2 (n°)	Pulg. Madera Donat	Estacas (n°)
0	-	-	Planta- ción (3x3m)	1.110	100						
2	1,7	1,3	Poda								
4	2,7	2,3	Poda								
6	3,6	3,4	Poda								
9	5,1	5,4	Poda/ Raleo	1.000	250						
12	8,5	11,2	Poda								
16	12,1	16,5	Poda/ Raleo	750	150	20,39	34	13	135		135
20	15,3	21,3	Poda								
22	16,7	23,4	Raleo	600	150	56,85	94	135	135		540
24	18,0	25,3	Poda								
30	21,3	30,3	Cosecha	450	450	364,50					

Fuente: Loewe *et al.* (1994)

Poste 1 (3" x 4" x 2,5 m), Poste 2 (4" x 5" x 2,5 m)

CUADRO 20
ESQUEMA DE MANEJO PARA CASTAÑO

CS3011: *Castanea sativa*, rotación 30 años.
 Escenario I: Costos bajos - Precios altos.
 Tipo de Manejo: Intensivo.
 Objetivos: Producción de frutos, leña, postes redondos, estacas cuadradas y madera foliable.
 Mortalidad natural: 10% al 1^{er} año.

Edad (años)	Cantidad arb/ha residuales	Altura (m)	Volumen a extraer (m ³ /ha)	Actividad	Observaciones
0	1.110			Roce	Liviano
				Control de Conejos	Instalación de corromet
				Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
				Fertilización	Manual, en un hoyo
				Control de malezas	Control puntual
2	1.000	1,7		Primera Poda	40% de la altura de los árboles
4	1.000	2,7		Segunda Poda	40% de la altura de los árboles
6	1.000	3,6		Tercera Poda	40% de la altura de los árboles que quedaran para cosecha
9	750	5,1		Raleo a desecho	
				Cuarta Poda	40% de la altura de los árboles que quedaran para cosecha
12	750	8,5		Quinta Poda	40% de la altura de los árboles que quedaran para cosecha
16	600	12,1	20,39	Primer Raleo comercial	
				Sexta Poda	40% de la altura de los árboles que quedaran para cosecha
20	600	15,3		Séptima Poda	40% de la altura de los árboles que quedaran para cosecha
22	450	16,7	56,85	Segundo Raleo comercial	
24	450	18		Octava Poda	40% de la altura de los árboles que quedaran para cosecha
30		21,3	364,5	Cosecha	Tala rasa

CUADRO 21
ESQUEMA DE MANEJO PARA CASTAÑO

CS3013: *Castanea sativa*, rotación 30 años.
 Escenario II: Costos medios - Precios medios.
 Tipo de Manejo: Intensivo.
 Objetivos: Producción de frutos, leña, postes redondos,
 estacas cuadradas y madera foliable.
 Mortalidad natural: 10% al 1^{er} año.

Edad (años)	Cantidad arb/ha residuales	Altura (m)	Volumen a extraer (m ³ /ha)	Actividad	Observaciones
0	1.110			Roce	Liviano
				Reducción de desechos	Ordenación en fajas
				Preparación del suelo	Surcado con bueyes
				Control de malezas	Control aéreo
				Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
				Control de Conejos	Instalación de corromet
				Control de malezas	Control puntual
				Fertilización	Aplicación en un hoyo
1				Desbroce	Liviano
2	1.000	1,7		Primera Poda	40% de la altura de los árboles
4	1.000	2,7		Segunda Poda	40% de la altura de los árboles
6	1.000	3,6		Tercera Poda	40% de la altura de los árboles
9	750	5,1		Raleo a desecho	
				Cuarta Poda	40% de la altura de los árboles
12	750	8,5		Quinta Poda	40% de la altura de los árboles
16	600	12,1	20,39	Primer Raleo comercial	
				Sexta Poda	40% de la altura de los árboles
20	600	15,3		Séptima Poda	40% de la altura de los árboles
22	450	16,7	56,85	Segundo Raleo comercial	
24	450	18		Octava Poda	40% de la altura de los árboles
30		21,3	364,5	Cosecha	Tala rasa

CUADRO 22
ESQUEMA DE MANEJO PARA CASTAÑO

CS3012: *Castanea sativa*, rotación 30 años.
 Escenario III: Costos altos - Precios bajos.
 Tipo de Manejo: Intensivo.
 Objetivos: Producción de frutos, leña, postes redondos,
 estacas cuadradas y madera foliable.
 Mortalidad natural: 10% al 1^{er} año.

Edad (años)	Cantidad arb/ha residuales	Altura (m)	Volumen a extraer (m ³ /ha)	Actividad	Observaciones
0	1.110			Roce	Mediano
				Reducción de desechos	Ordenación en fajas
				Control de malezas	Control aéreo
				Preplantación	Surcado con tractor
				Preparación del suelo	Plantas a raíz desnuda
				Plantación	1:0
				Control de Conejos	Instalación de corromet
				Fertilización	Aplicación en un hoyo
				Control de malezas	C. químico con spot gun
1				Desbroce manual	Con rendimiento medio
2	1.000	1,7		Primera Poda	40% de la altura de los árboles
4	1.000	2,7		Segunda Poda	40% de la altura de los árboles
6	1.000	3,6		Tercera Poda	40% de la altura de los árboles
9	750	5,1		Raleo a desecho	
				Cuarta Poda	40% de la altura de los árboles
12	750	8,5		Quinta Poda	40% de la altura de los árboles
16	600	12,1	20,39	Primer Raleo comercial	
				Sexta Poda	40% de la altura de los árboles
20	600	15,3		Séptima Poda	40% de la altura de los árboles
22	450	16,7	56,85	Segundo Raleo comercial	
24	450	18,0		Octava Poda	40% de la altura de los árboles
30	—	21,3	364,5	Cosecha	Tala rasa

6.5 COSTOS DIRECTOS

6.5.1 Costos de establecimiento de una plantación de Castaño

En base a la revisión bibliográfica, se propone una densidad de plantación de 1.100 arb/ha (3 x 3 m), con plantas de Castaño sin injertar, tipo 1:0 a raíz desnuda (Loewe *et al.*, 1994).

Los costos de establecimiento incluyen los costos de: reducción de desechos, preparación de suelos, plantación, los insumos tales como plantas de vivero, fertilizantes, control de lagomorfos, control de malezas y materiales de cerco. Estos se encuentran detallados en el Anexo III.

6.5.2 Costos de manejo

Se ha considerado mano de obra contratada para realizar: desbroce, podas, raleos (Anexo III) y confección de los productos obtenidos a partir de los raleos realizados en el año 16 y 22 (Cuadro 23).

CUADRO 23
COSTOS DE CONFECCIÓN DE LOS PRODUCTOS

Producto	Costo Mano de Obra (\$)
Frutos (\$ / kg)	560
Vara de Leña	202
Poste 3" x 4" x 2,5 m	112
Poste 4" x 5" x 2,5 m	157
Estaca 4" x 4" x 2,5 m	224
Pulgadas Madereras Donat Foliabiles	56

Fuente: Loewe *et al.* (1994)

6.5.3 Costos de cosecha

Incluye: recolección, clasificación y ensacado de frutos a partir del año 10, faenas de volteo y madereo de los árboles al final de la rotación; y los respectivos costos de confección de los productos (Anexo III), así como los campamentos necesarios para las faenas. También incluyen los costos de construcción de caminos realizados en el año 15.

6.5.4 Costos de administración

Para evaluar el presente proyecto se supuso que, el propietario destina media jornada al mes entre los años 1 al 11, equivalentes a 6 jornadas anuales, y 1 jornada

al mes para los años 12 al 29, equivalentes a 12 jornadas anuales. El valor de las jornadas se consideró según lo estipulado para cada uno de los escenarios mencionados anteriormente. Este costo de administración se refiere a las siguientes actividades:

- Labores menores en la plantación, que incluye: reparación de cercos, podas manuales o desyemes para eliminar los brotes epicórnicos; y
- Supervisión.

Se incluyó, dentro de este punto, el costo en seguro contra: incendios, daño por viento, desastres naturales y heladas; cuyo valor fue fijado en \$ 3.246 año/ha a partir del año 0 hasta el final de la rotación. Este valor proviene de la tasa promedio que pagan las empresas forestales por este concepto. Se utiliza la tasa empleada por las empresas, porque las Compañías de Seguro fijan primas muy altas a pequeños y medianos propietarios e incluso existe algunas compañías que definitivamente no cubren siniestros en este tipo de propiedades.

6.5.5 Costos de mantención

Incluye los costos de mantención de los corta-fuegos a partir del 2° año hasta el año 28, actividad que se realiza cada 2 años (Anexo III).

6.5.6 Costos de protección forestal

El análisis considera 3 aspectos, control y combates de incendios, guardería, y control de plagas y enfermedades. Los 2 primeros son considerados como costos anuales. Respecto a plagas y enfermedades, en Chile el Castaño no presenta problemas fitosanitarios importantes, por lo cual estos costos no se incluyeron en el análisis.

6.6 DETERMINACIÓN DE PRODUCTOS Y VOLÚMENES

Los productos que se espera obtener durante la rotación son los habituales del mercado nacional actual: frutos, postes, estacas, leña y madera foliable.

Frutos. Según la revisión bibliográfica, en huertos frutales con árboles injertados la producción empieza a los 2 o 3 años, sin embargo por tratarse de una plantación de tipo forestal, con alta densidad y reducida superficie de copa, se estima que la producción comercial de frutos empezará después del 1^{er} raleo, esto es, a los 10 años.

Se supone una productividad anual promedio de frutos por árbol equivalente a menos de un quinto de la productividad normal en huertos frutales, como se indica en el Cuadro 24.

CUADRO 24
ESTIMACIÓN ANUAL DE PRODUCCIÓN DE CASTAÑAS
LIMPIAS POR ÁRBOL EN BOSQUE DENSO

Años	Producción (kg / árbol)
0 a 9	0,0
10	1,0
11	1,5
12	2,0
13 a 16	2,5
17 a 22	3,5
23 a 30	5,0

Fuente: Loewe *et al.* (1994)

Leña. La leña es un producto de alto consumo en las regiones VIII a X, según concluye un estudio del Instituto Forestal (1992). En el presente análisis, se considera obtener leña de los fustes menores a 3" y de las ramas de los árboles raleados y cosechados.

La leña para estufa se comercializa en forma de *varas*, que son unidades de volumen de madera apilada, o estéreo, con corteza, cuyas medidas son: 1 vara, 83 cm de frente y alto, por 35 cm de profundidad. Cada vara apilada equivale a 0,1712 m³ de madera sólida; es decir, se necesitan 5,84 varas apiladas por m³.

Postes Redondos. En general, son trozos simplemente descortezados y aguzados en el extremo más delgado, que se utilizan para cercos y construcciones rústicas. En Chile, las medidas más corrientes de los postes redondos de madera nativa sin impregnar son: diámetros en los extremos de 3" x 4" y 4" x 5" y largo de 2,4 y 2,5 m. El volumen básico de un poste de 3" x 4" es de 0,016 m³, y puede alcanzar hasta 0,023 m³ en función de la variación de los diámetros. El volumen básico de un poste de 4" x 5" es de 0,026 m³, que puede llegar a 0,037 m³.

Estacas Cuadradas. Tienen los mismos usos que los postes redondos y están labrados a mano, con mayor grado de elaboración, mejor aspecto y mayor precio. Las estacas tienen una sección de 4" x 4" y 2,5 m de largo y se obtienen de trozos de 5" o más, de diámetro. El volumen promedio de una estaca de 4" x 4" es de 0,026 m³.

Madera Folioble. Es el producto final que se pretende alcanzar con el modelo de manejo frutoforestal. Son trozos con corteza, rectos, sanos, cilíndricos y sin defectos, con un diámetro mínimo sin corteza de 23 cm (9") y con un largo mínimo de 2,85 m (9').

En la actualidad, las empresas de contrachapados en Valdivia (Emasil e Infodema) establecen los siguientes diámetros mínimos sin corteza para trozos defoliables: 30 cm (12") para Mañío; 40 cm (16") para Eucalipto y 60 cm (24") para Raulí.

La comercialización actual de trozos para terciado y chapas decorativas se hace mediante la regla Donat que, en diámetros pequeños equivale a un volumen del orden de 0,06 m³ en trozo por pulgada maderera Donat, lo que corresponde a un rendimiento de unos 17 a 18 pulgadas Donat por m³.

No se considera la producción y comercialización de madera aserrable en trozos debido a los diámetros que se proyecta obtener, lo que no permite aserrar piezas con las dimensiones que demanda el mercado nacional actual. En todo caso, el valor de la pulgada maderera aserrable en pie es similar al de la pulgada maderera Donat debobinable (*Op. cit.*).

La literatura internacional indica que en Europa, el Castaño se maneja fundamentalmente como monte bajo para la producción de estacas y postes. Por ello, no ha sido posible encontrar modelos de manejo para bosques coetáneos de Castaño en monte alto, destinados a la producción de madera aserrable o foliable.

De la venta de frutos, varas de leña, postes, estacas y trozos foliables se obtienen los ingresos que se detallan en el Cuadro 25.

CUADRO 25
PRECIO DE VENTA DE LOS FRUTOS Y PRODUCTOS
MADERABLES DE CASTAÑO (SIN I.V.A.)

Producto	Precio Venta (\$)
Frutos (\$ / kg)	129
Vara de Leña	725
Poste 3" x 4" x 2,5 m	269
Poste 4" x 5" x 2,5 m	484
Estaca 4" x 4" x 2,5 m	725
Pulgadas Madereras Donat Foliables	1.719

Fuente: Loewe *et al.* (1994)

6.7 RESULTADOS

Con los antecedentes anteriormente señalados, se procedió a evaluar las plantaciones de Castaño bajo el esquema de manejo propuesto y los escenarios correspondientes.

Para mayor detalle de esta evaluación (flujos de costos e ingresos), remitirse a biblioteca INFOR o CONAF.

Cabe señalar que los costos en mano de obra y precios asumidos son iguales para todas las rotaciones al infinito ya que no existe una fuente histórica fidedigna que permita evaluar sus variaciones y, en el caso que existan, no son completas ni presentan variaciones significativas.

Los resultados se ilustran en el Cuadro 26, con bonificación estatal y sin ella.

CUADRO 26
RESULTADOS EVALUACIÓN CASTAÑO

Modalidad		V.E.S. (\$ / ha)		
		Tasa 10 %	Tasa 8 %	Tasa 6 %
SIN BONIFICACIÓN	Escenario I	543.000	1.115.400	2.189.800
	Escenario II	-69.440	298.800	1.001.300
	Escenario III	-669.930	-473.900	-105.900
CON BONIFICACIÓN	Escenario I	626.400	1.202.500	2.281.600
	Escenario II	21.600	396.200	1.106.500
	Escenario III	-586.900	-385.200	-14.140

Fuente: Loewe *et al.* (1994)

El valor económico del suelo indica la rentabilidad del proyecto de inversión bajo una cierta tasa de descuento.

El VES en el caso del escenario II varía entre los \$-69.440 y \$1.001.300 según la tasa de descuento usada. Esto permite evaluar las distintas alternativas de uso para el suelo y poner como mínimo ese valor de retorno.

Señala ésto que el proyecto es rentable dentro de ciertos rangos, haciéndose negativo frente a grandes alzas de precios de los factores de producción o bajas en el precio de los productos de la venta. Debe procurarse obtener productos de calidad de alta aceptabilidad en el mercado y buenos precios.

Cabe destacar que frente a la tasa del 10 % en los escenarios II y III, la bonificación estatal permite obtener un VES positivo.

6.8 CONCLUSIONES

Aunque actualmente en Chile no existe una gran cantidad de cultivos intensivos de castaños sujetos a manejo frutoforestal, los resultados de este análisis, indican que este cultivo puede ser una opción interesante.

La mayoría de los escenarios analizados indican rentabilidades atractivas incluso con tasas de descuento consideradas altas para los cultivos forestales (8-10%) no obstante se considera adecuada una tasa del 6% anual para evaluar este tipo de proyectos que tienen largos períodos de maduración.

Es destacable, sin embargo considerar los siguientes aspectos al invertir en Castaño.

- Los retornos comienzan a producirse en un período breve (10 años), cosecha de frutos
- En algunos casos la bonificación estatal es significativa, en otras prácticamente no incide en la rentabilidad
- Se produce un interesante acumulación de valor en la madera que permite al inversionista una fuente de ahorro
- Es altamente significativa la obtención de productos de calidad destinados a la venta (escenario I v/s escenario III), lo cual implica el cuidado intensivo del cultivo a la vez que una acertada elección del sitio
- Existe un bajo riesgo involucrado en la inversión

Las altas rentabilidades que se pueden obtener, unidas al tipo de trabajo que demanda, como es la recolección anual de frutos, su procesamiento y comercialización, configuran un cultivo apropiado para practicarlo, incluso en pequeñas unidades de gestión, con muy buenas perspectivas. No obstante su trabajo en unidades mayores puede permitir aprovechar las ventajas de una economía de mayor escala y tecnologías más desarrolladas.

7.

OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CASTAÑO, VII- X REGIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se sintetiza el trabajo realizado para identificar zonas potenciales de establecimiento de Castaño (*Castanea sativa* M.) en Chile, en el marco del proyecto "Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional".

Para determinar, las zonas potenciales de plantación de una especie, es necesario conocer los aspectos edáficos, climáticos o altitudinales que limiten la potencialidad de su crecimiento y que son características de la especie o que anule la posibilidad de su establecimiento. Para ello, este estudio analiza las características que identifican a la zona, principalmente condiciones hídricas, humedad relativa, evapotranspiración, temperaturas, drenaje, textura, profundidad y otras que puedan tener un especial interés.

Una vez determinadas estas variables, se ha procedido a su análisis con la asistencia de un Sistema de Información Geográfica y Bases de Datos Relacionales, donde se manejaron y estudiaron estos factores, con el objetivo de identificar las zonas en que las condiciones son favorables para la especie.

Para obtener las características del área de estudio se consultó literatura de suelos, zonificaciones climáticas y antecedentes topográficos; la escala utilizada es variable aunque predomina 1:250.000 y 1:500.000. En la identificación de los requerimientos de las especies se consultó bibliografía, tanto nacional como extranjera, de manera de realizar una caracterización completa. Finalmente se representaron gráficamente los resultados de los análisis a escala 1:1.000.000.

7.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA CASTAÑO

Se han estimado como superficies potenciales por región para la introducción de Castaño las que se indican en el Cuadro 27. Estas zonas, no han sido corregidas por restricciones como: uso actual de la tierra, capacidad de uso del suelo, áreas silvestres protegidas, bosque nativo e infraestructura, entre otras, lo que, unido a la escala de trabajo, sólo permite obtener superficies indicativas de

la distribución potencial de la especie en base a clima y suelo, por lo que los datos *no se pueden traducir en superficie útil para plantación*. Un estudio que incluya las restricciones mencionadas y una escala superior de análisis proporcionará información más precisa.

CUADRO 27
SUPERFICIE POTENCIAL PARA CASTAÑO

Región	Área Potencial (ha)	Porcentaje potencial
Séptima Región	190.790	7,70
Octava Región	419.320	16,91
Novena Región	687.290	27,72
Décima Región	1.181.660	47,67
TOTAL	2.479.060	100,00

7.3 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CASTAÑO, REGIONES VII A X.

7.3.1 Zona de estudio

La zona de estudio para Castaño, se extendió desde la VII Región a la X. En acuerdo con la Corporación Nacional Forestal, la VI Región no fue incluida en el presente análisis debido a que las zonas potenciales para el cultivo de la especie son marginales (Saavedra, 1981; CORFO, 1987b).

7.3.2 Información general utilizada

Para determinar, desde un punto de vista edáfico y climático, las zonas potenciales de establecimiento de Castaño es necesario conocer las características de la zona en estudio y las de la especie.

En la recopilación de los antecedentes climáticos se utilizaron principalmente el "Mapa Agroclimático de Chile" (Novoa S. A., R.; Villaseca C. S., Editores, 1989) y el "Atlas Agroclimático de Chile de las Regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena" (Santibáñez y Uribe, 1993).

La información de suelos de la zona de estudio se obtuvo principalmente del "Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre las provincias de Aconcagua y Chiloé" (Ministerio de Agricultura;

ODEPA;SAG;INIA;IREN, 1968), el que se complementó con variadas fuentes que entregaron información más detallada o cubrieron zonas no consideradas en el citado plan.

7.3.3 Información específica utilizada

Para determinar las principales limitantes de crecimiento de *Castanea sativa*, se utilizó la bibliografía disponible, determinándose los parámetros críticos para el establecimiento de esta especie. A continuación, se detallan las propiedades fundamentales que el sitio debe tener para el buen crecimiento, sin consideraciones económicas, y la metodología empleada en la obtención de dichas características o limitantes.

7.3.4 Requerimientos ecológicos de Castaño

7.3.4.1 Período vegetativo

Dadas las características frutícolas de la especie, en la literatura se mencionan necesidades de 700 horas de frío acumuladas para romper el receso vegetativo (Medel, 1986); según la experiencia del equipo consultor (Torales, 1996) éstas pueden llegar hasta 650; y temperaturas medias umbrales para la floración de entre 13,5 y 15°C (Saavedra, 1981; Medel, 1986). En el análisis de las áreas potenciales se estableció el inicio del período vegetativo al ocurrir 2 eventos: 700 horas de frío acumuladas -se optó por esta cantidad como una forma de asegurar el desarrollo de la especie- y una temperatura media mensual mayor o igual a 13,5°C. Se usó como criterio de término del período, el descenso de la temperatura media mensual bajo los 11°C.

7.3.4.2 Temperatura media anual

En la bibliografía se señalan temperaturas medias anuales satisfactorias para la especie de entre 8 y 15°C (Bagnaresi, 1986), y entre 10 y 11°C para la IX y X Región (Medel, 1986). En base a lo anterior se estableció una temperatura media anual de entre 8 y 15°C.

7.3.4.3 Temperatura mínima absoluta

La mayoría de las especies sufren daño físico con temperaturas mínimas absolutas inferiores a -5°C. En consecuencia, se consideró un valor igual o superior a -5°C, durante todo el período vegetativo.

7.3.4.4 Precipitación media anual

En las publicaciones se mencionan valores de precipitación media anual de mínimo 700 mm (Bagnaresi, 1986) y de 800 mm para la IX y X Región (Medel, 1986). Para el análisis de esta variable, se consideró una precipitación mayor o igual a 700 mm anuales.

7.3.4.5 Precipitación septiembre- febrero

Esta especie tiene altas exigencias hídricas durante el verano. Según Medel (1986), Castaño en la IX y X Región, necesita durante los meses de septiembre a febrero, una precipitación mínima acumulada de 400 mm.

7.3.4.6 Disponibilidad de agua

Tal como se menciona en el párrafo anterior, la disponibilidad de agua durante el período vegetativo es muy importante para Castaño. Para las regiones VII y VIII, se trabajará con el concepto de disponibilidad de agua durante el período vegetativo.

La disponibilidad de agua está en función de la evapotranspiración y la precipitación de la siguiente forma:

$$Pp_{\text{mensual}} > (1/5) \times Ev_{\text{mensual}}$$

donde:

Pp_{mensual} = Precipitación media mensual.

Ev_{mensual} = Evapotranspiración media potencial mensual.

La precipitación mensual debe ser mayor a un quinto de la evapotranspiración mensual durante todos los meses del período vegetativo. Esta relación se determinó en base a las experiencias de varios investigadores (De La Lama, 1982 y Bourke¹, 1996).

La condición necesaria para el desarrollo de *Castanea sativa* es una disponibilidad de agua favorable en el 1^{er} mes del período vegetativo y en a lo menos, 2 meses más del citado lapso.

7.3.4.7 Índice de humedad

Este índice se puede definir como un índice del grado de humedad del suelo aprovechable en un período dado. Para Castaño, el índice de humedad será un indicador de los meses secos que soporta, los que según la literatura en la IX y X Región, para un sitio con limitación moderada fluctúan entre 2 y 4 (Medel, 1986). Según este mismo autor, en las regiones consideradas, el período térmico vegetativo tiene una duración aproximada de 5 a 6 meses.

De acuerdo a lo anterior y considerando que el período vegetativo tiende a coincidir en las regiones mencionadas con parte de la época más seca del año, se ha determinado para el desarrollo de las zonas potenciales; un índice de humedad mayor a 0,34 en el 1^{er} mes del período vegetativo, y en a lo menos 1 mes más de esta

1.- Bourke, M. 1996. Comunicación personal. Ing. Forestal Asesor Corporación Nacional Forestal.

etapa. De esta forma se obtendrán como máximo 4 meses secos que corresponden, según Medel (1986), a un sitio con limitación moderada. Se seleccionó un índice de humedad de 0,34 debido a que empíricamente se ha observado que ese es el valor mínimo de desarrollo de una gran variedad de plantas.

El índice de humedad se considerará sólo para la IX y X Región, debido a que, para la VII y VIII Región; no se poseen antecedentes sobre la duración apropiada del período seco para esta especie.

Metodología del cálculo del IH

En la estimación del índice de humedad (IH) se conjugaron la precipitación, la evapotranspiración potencial y el agua almacenada en el suelo. En el cálculo del índice de humedad se aplica el siguiente algoritmo, dependiendo del monto de las precipitaciones y de la evapotranspiración potencial.

Si $pp_{mes} > ev_{mes}$

$$IH_{mes} = pp_{mes} / ev_{mes}$$

Si $pp_{mes} < ev_{mes}$

$$IH_{mes} = (ad_{mes} + pp_{mes}) / ev_{mes}$$

Donde:

- IH_{mes} : Índice de humedad del mes que se está calculando.
- pp_{mes} : Precipitación media mensual del mes en cuestión.
- ev_{mes} : Evapotranspiración potencial media mensual del mes analizado.
- ad_{mes} : Agua disponible remanente en el suelo en el mes sujeto a cálculo.

El agua disponible del mes (ad_{mes}) está en función de la evapotranspiración potencial y de la precipitación de los meses anteriores de la siguiente manera:

- si en el mes anterior se observó que $pp > ev$
 $ad_{mes} = (cc - pm) \times Prof$
- si en el mes anterior se observó que $pp < ev$
 $ad_{mes} = (ad_{mes \text{ anterior}} + pp_{mes \text{ anterior}} - ev_{mes \text{ anterior}})$

Donde:

- cc : capacidad de campo del suelo
- pm : punto de marchitez permanente del suelo
- $Prof$: profundidad del suelo, expresada en milímetros
- $pp_{mes \text{ anterior}}$: precipitación media mensual del mes anterior
- $ev_{mes \text{ anterior}}$: evapotranspiración media mensual del mes anterior

La capacidad de campo y el punto de marchitez se obtuvieron, según el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Madrid (1991), en base a la textura .

7.3.4.8 Profundidad del Suelo

Castaño necesita suelos profundos (Bourgeois, 1992); de acuerdo a Medel (1986) los suelos en los que se desarrolla la especie van de 60 a 150 cm. Como característica para el estudio de las áreas potenciales, se utiliza una profundidad de suelo mayor o igual a 60 cm.

7.3.4.9 Textura del Suelo

Según la literatura, *Castanea sativa* necesita de texturas livianas a medias (Medel, 1986; Bourgeois, 1992; Loewe *et al.*, 1994), siendo éstas las utilizadas en el análisis de las zonas potenciales. En el Cuadro 28 se especifica la clasificación textural utilizada.

CUADRO 28
CLASIFICACIÓN TEXTURAL DEL SUELO

Textura	Clasificación
Areno francosa fina; areno francosa	Liviana
Franco arenosa; franco arenosa fina	Moderadamente liviana
Franco limosa; franca, franco arenosa muy fina	Media

Fuente: Peralta (1996)

7.3.4.10 Drenaje del Suelo

Esta especie es sensible a la asfixia radicular, por lo que el suelo debe presentar buen drenaje (Loewe *et al.*, 1994); por su parte, Medel (1986) coincide con la necesidad de buen drenaje para Castaño. En atención a la literatura, en la consecución de las áreas potenciales se consideraron aquellos suelos que presentan drenaje bueno.

7.3.4.11 Reacción del Suelo

Según la literatura, la reacción del suelo debe ser ácida, no siendo recomendable un pH superior a 6,5 por presentarse problemas de clorosis (Bourgeois, 1992). Medel (1986) señala rangos de pH de 5,0 a 6,5. En atención a ésto, se utilizó una reacción de suelo con un pH entre 5,0 y 6,5.

7.3.4.12 Densidad aparente

Como antecedente adicional se ha considerado la densidad aparente del suelo, ya que es una variable importante en la definición de las posibilidades económicas de la especie, por su influencia en el costo asociado a la preparación del sitio. Los valores de densidad aparente del suelo considerado como favorables, son los menores a 1,3 g/cc. Característica que, sin embargo, no se consideró en la consecución de superficies potencialmente aptas para Castaño.

7.3.4.13 Altitud

En Chile se considera apropiada para Castaño la faja comprendida entre los 300 y 900 msnm, y en Europa entre 100 y 1.500 msnm (Loewe *et al.*, 1994). En atención a ésto, para el estudio de las áreas potenciales se consideró un rango de altitud entre 100 y 900 msnm.

7.4 INTERPRETACIÓN Y RESULTADOS DE LAS ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CASTAÑO, VII A X REGIÓN.

7.4.1 Área potencial para Castaño en la VII Región

Al identificar las limitantes que caracterizan el establecimiento de Castaño y sus áreas de distribución, se generaron las zonas de la VII Región que cumplen con las características necesarias para el desarrollo de la especie.

La VII Región presenta un 6,31 % de la superficie regional potencialmente apta para plantación de Castaño. Zona favorable que se distribuye en una franja que atraviesa de norte a sur la región en parte de la precordillera y valle central (Anexo VI). Del análisis de las limitantes y de su influencia en la zona potencial para plantación con *Castanea sativa* en la VII Región, se concluye que los parámetros más restrictivos en cuanto a área son *textura y disponibilidad de agua*. En el Cuadro 29, se resumen el área para cada limitante, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 29
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE PARA CASTAÑO
SEGÚN LIMITANTE EN LA VII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Densidad aparente del suelo *	22,34	La superficie favorable se ubica principalmente en la zona central hacia la costa de la región	Altamente restrictiva, no se consideró en la obtención de las zonas potenciales

* No válida para análisis de zona potencial, sólo para análisis económico.

Cuadro 29 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE EN LA VII REGIÓN (continuación)

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Textura del suelo	46,61	Área favorable en la parte este del valle central, en la precordillera y cordillera andina y en una zona al sureste de Linares	Altamente restrictiva para el establecimiento de Castaño en la VII Región
Disponibilidad de agua	58,1	Zona favorable es la precordillera y cordillera andina; y en el centro de la región una franja que la atraviesa de norte a sur ubicada en torno a Talca	Restricción importante a nivel regional
Período vegetativo	61,10	Se excluye la costa y la Cordillera de los Andes	Medianamente restrictivo
Temperatura mínima absoluta	61,31	Zona apta en la costa; en el valle central, excluyéndose una franja desde Talca hacia el sur; y en parte de la precordillera andina	Medianamente restrictiva para el establecimiento de Castaño en la VII Región
Altitud	65,15	Zona apta en toda la costa y valle central y parte de la precordillera andina	Medianamente restrictiva
Temperatura media anual	81,11	El área apta se ubica en toda la región, exceptuando la Cordillera de los Andes	Muy poco restrictiva
Drenaje del suelo	88,33	Zonas que no cumplen con la limitante se ubican principalmente en porciones de la zona centro-sur y en parte de la costa	No es un impedimento para el establecimiento de Castaño en la región
Precipitación media anual	92,63	Se eliminan sólo 2 zonas, la 1ª, al norte de Talca y la 2ª, rodea Cauquenes y continúa hacia el sur	No es un impedimento para el establecimiento de Castaño en la región
Profundidad del suelo	94,66	La zona que no cumple la restricción se ubica principalmente entre Talca y Cauquenes y se extiende hacia el sur	No es una limitación para el establecimiento de Castaño en la VII Región
Reacción del suelo	94,66	Las áreas no favorables se ubican principalmente entre Linares y Cauquenes; y en porciones en la costa al norte de Constitución y a la altura de Linares	No representa un impedimento
Área potencial total para Castaño	6,31	Zona favorable en una franja que atraviesa de norte a sur la región en parte de la precordillera y valle central	

7.4.2 Área potencial para Castaño en la VIII Región

La VIII Región tiene un 11,31% de superficie, potencialmente apta, para la plantación de Castaño. La zona favorable se distribuye en una franja que atraviesa de norte a sur la región en parte de la precordillera y valle central, ubicada al este de Chillán y Los Angeles (Anexo VI). Los parámetros más restrictivos en la región son: *textura y drenaje*. En el Cuadro 30, resume el área por cada limitante considerada, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 30
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE PARA CASTAÑO
SEGÚN LIMITANTE EN LA VIII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Textura del suelo	42,37	La zona favorable se ubica en la precordillera y cordillera andina y en parte del valle central	Altamente restrictiva para el establecimiento de Castaño en la VIII Región
Densidad aparente del suelo *	57,83	La superficie favorable se ubica principalmente en precordillera y cordillera andina; en parte del valle central y en la franja costera sur	Altamente restrictiva, pero no se consideró en la obtención de las zonas potenciales
Drenaje del suelo	58,98	Las zonas que satisfacen la limitante se ubican en prácticamente todo el valle central a excepción de porciones entre Chillán y Los Angeles	Restricción importante para el establecimiento de Castaño en la región
Temperatura mínima absoluta	64,29	El área favorable se distribuye en la costa; en todo el valle central, excluyéndose una franja que atraviesa la región de norte a sur ubicada al oeste de Chillán y Los Angeles	Medianamente restrictiva para el Castaño en la VIII Región
Período vegetativo	67,59	El área apta se ubica en toda la zona central y costa sur; se elimina parte de la costa norte y la Cordillera de los Andes	Medianamente restrictivo para el establecimiento de Castaño en la VIII Región
Profundidad del suelo	73,10	La zona favorable se ubica en la costa y centro de la región a excepción de algunas áreas cercanas a Chillán y Los Angeles. Se excluye la Cordillera de los Andes	No es una limitante importante para el Castaño en la VIII Región
Altitud	75,12	El área apta se distribuye principalmente en toda la costa, valle central y parte de la precordillera andina	Poco restrictiva para el establecimiento de la especie en la VIII Región
Temperatura media anual	88,15	Temperatura está acorde con las necesidades de Castaño en toda la región, a excepción de la Cordillera de los Andes	No constituye un impedimento

* No válida para análisis de zona potencial, sólo para análisis económico.

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Disponibilidad de agua	95,79	La zona apta abarca prácticamente toda la región, eliminándose una zona que comienza al noroeste de Chillán, en el límite con la VIII Región y que se extiende hasta un poco más al sur de dicha ciudad	No representa restricción importante para el establecimiento de Castaño en la VIII Región
Reacción del suelo	98,23	Las áreas que se eliminan se ubican como zonas aisladas en el valle central cercanas a Chillán y Los Angeles	No es un impedimento para el Castaño en la región
Precipitación media anual	100,00	La totalidad de la región cumple la limitante	No representa un impedimento
Área potencial total para Castaño	11,31	La zona favorable se distribuye en una franja que atraviesa de norte a sur la región en parte de la precordillera y valle central, ubicada al este de Chillán y Los Angeles	

7.4.3 Área potencial para Castaño en la IX Región

Una vez realizados los análisis en la región y al conjugar las necesidades de la especie con las características del terreno, se obtuvo que un 21,6% de la superficie regional es potencialmente apta para la plantación de Castaño. Zona favorable que se distribuye en una franja que atraviesa la región de norte a sur en parte de la precordillera y valle central, ubicada al este de las ciudades de Victoria y Temuco (Anexo VI). Del análisis de las limitantes y de su influencia en la zona potencial para plantación con *Castanea sativa*, se concluye que los parámetros más restrictivos en cuanto a área son: *drenaje del suelo* y *textura del suelo*. En el Cuadro 31 se resume el área para cada limitante considerada, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 31
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE PARA CASTAÑO
SEGÚN LIMITANTE EN LA IX REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Drenaje del suelo	62,48	Zonas que satisfacen la limitante principalmente en el valle central, a excepción de porciones cercanas a Victoria y Temuco	Restricción de mediana importancia para Castaño en la región
Textura del Suelo	63,88	Zona favorable en la precordillera y cordillera andina y en parte del valle central, eliminándose una gran superficie que comienza en el límite noroeste y continúa al oeste de Victoria y Temuco, hasta un poco más al sur de esta ciudad	Limitante de mediana importancia para el establecimiento de Castaño en la IX Región

Cuadro 31 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE EN LA IX REGIÓN (continuación)

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Precipitación septiembre-febrero	67,39	Zona favorable en la Cordillera de los Andes, precordillera y en parte del valle central, excluyéndose, en este último, una amplia superficie que comienza en el límite regional, al norte de Angol, y se extiende hasta el sur de Temuco	Condición medianamente restrictiva para Castaño en la IX Región
Temperatura mínima absoluta	68,04	Área favorable en la costa y en casi todo el valle central, excluyéndose algunas áreas entre Victoria y Temuco	Medianamente restrictiva para el establecimiento de Castaño en la IX Región
Profundidad del suelo	69,09	Zona favorable en la costa, valle central y parte de la precordillera	Medianamente restrictiva para el cultivo de Castaño
Altitud	73,48	Zona apta en toda la costa y parte de la precordillera andina	Poco restrictiva para Castaño en la región
Período vegetativo	73,79	Zona favorable en toda la costa y zona central; se elimina parte de la precordillera y la Cordillera de los Andes	Poco restrictivo para el establecimiento de la especie en la IX Región
Densidad aparente del suelo *	75,07	Superficie favorable en la precordillera y cordillera andina; y en el valle central, salvo en un área importante desde el límite noroeste hasta aproximadamente Temuco y hacia el oeste de esta ciudad y Victoria	Limitante poco restrictiva, pero no se considera en la obtención de zonas potenciales
Temperatura media anual	81,74	Área apta abarca la zona costera, valle central y precordillera andina	Muy poco restrictiva
Índice de humedad	95,78	Zona apta en prácticamente toda la región, eliminándose porciones de distintos tamaños en la zona central y costa	Parámetro que no constituye una restricción importante
Reacción del suelo	98,82	Las áreas que se eliminan se ubican como zonas aisladas en el sur de la costa	No es un impedimento para Castaño en la región
Precipitación media anual	100,00	La totalidad de la región es favorable	No representa impedimento
Área potencial total para Castaño	21,60	Zona favorable en una franja que atraviesa de norte a sur la región en parte de la precordillera y valle central, ubicada al este de Victoria y Temuco	

* No válida para análisis de zona potencial, sólo para análisis económico.

7.4.4 Área potencial para Castaño en la X Región

Al individualizar las limitantes que caracterizan el establecimiento de Castaño y sus áreas de distribución, se generan las zonas que en la X Región cumplen con las características necesarias para el desarrollo de la especie, las que abarcan un 17,94% de la superficie regional. La zona favorable se distribuye principalmente en

el centro norte de la región y en una franja cercana a la costa. En la Isla de Chiloé sólo en una pequeña zona al norte y oeste de Castro. La provincia de Palena no presenta aptitud para Castaño (Anexo VI). Las limitantes que menor superficie aportan a la zona potencial de *Castanea sativa* en la X Región, son: *drenaje del suelo*, *profundidad del suelo* y *período vegetativo*. En el Cuadro 32, se resume el área para cada limitante considerada, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 32
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE PARA CASTAÑO
SEGÚN LIMITANTE EN LA X REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Drenaje del suelo	37,38	Zonas favorables principalmente en la costa y valle central, a excepción de una zona entre Osorno y Puerto Montt; y en la Isla de Chiloé, al noroeste de Castro	Altamente restrictiva para el establecimiento de Castaño en la X Región
Profundidad del suelo	44,48	Zona favorable en la costa y centro de la región hasta el Canal de Chacao y en la Isla de Chiloé, al norte de Castro	Altamente restrictiva para el establecimiento de Castaño en la X Región
Período vegetativo	49,13	La zona favorable se ubica en la zona central principalmente hasta Puerto Montt; en la Isla de Chiloé, en los alrededores de Castro y en la provincia de Palena, siguiendo los valles	Altamente restrictivo para el establecimiento de Castaño en la X Región
Índice de Humedad	65,35	La zona favorable se ubica en toda la costa y centro regional hasta en Canal de Chacao y en toda la Isla de Chiloé	Restricción media a nivel regional
Temperatura media anual	66,84	El área favorable se encuentra en la costa y centro de la región hasta el Canal de Chacao, en el oriente y norte de la Isla de Chiloé; y en la provincia de Palena, junto a los valles	Limitante medianamente restrictiva para el establecimiento del Castaño en la X Región
Precipitación septiembre-febrero	70,65	La distribución de la zona favorable es en la costa y centro hasta el Canal de Chacao, a excepción de una zona al noroeste de Osorno; en toda la Isla de Chiloé y en Palena contiguo a los valles	Poco restrictiva para Castaño en la X Región

Cuadro 32 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE EN LA X REGIÓN (continuación)			
Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Textura del suelo	73,02	El área apta se distribuye en gran parte de la costa, precordillera y cordillera andina; la zona central se ve interrumpida por áreas cercanas principalmente a Valdivia y Osorno. En la Isla de Chiloé la superficie favorable se ubica al noroeste de Castro. Toda la provincia de Palena presenta aptitud según esta limitante	No es una limitante importante para el establecimiento de Castaño en la X Región
Altitud	78,14	La zona favorable se ubica en toda la costa, valle central y parte de la precordillera andina; en prácticamente toda la Isla de Chiloé y en la provincia de Palena, en los valles	Poco restrictiva para el establecimiento de Castaño en la región
Reacción del suelo	85,35	Área favorable en la costa, precordillera y cordillera andina; el valle central se ve interrumpido principalmente por una zona entre Osorno y Puerto Montt; en la Isla de Chiloé al noroeste de Castro y la totalidad de la provincia de Palena	No representa un impedimento importante para el establecimiento de Castaño en la región
Densidad aparente del suelo *	84,87	Superficie favorable principalmente en la costa, precordillera y cordillera andina; en el valle central, salvo un área importante al oeste de Osorno; en la Isla de Chiloé, al norte y oeste de Castro y en toda la provincia de Palena	Muy poco restrictiva, pero no se considera en la obtención de las zonas potenciales
Precipitación media anual	100,00	La totalidad de la X Región satisface la limitante	No es impedimento para el establecimiento de Castaño
Área potencial total para Castaño	17,94	Zona favorable en el centro norte de la región y en una franja cercana a la costa. En la Isla de Chiloé sólo en una pequeña zona al norte y oeste de Castro. La provincia de Palena no presenta aptitud para Castaño	

* No válida para análisis de zona potencial, sólo para análisis económico.

BIBLIOGRAFÍA

- BAGNARESI, U. 1986. Il Castagno da frutto. II Divulgatore N° 28. Serie Regione Emilia Romagna. 52 p.
- BASSI, D. s.f. Il Castagno da frutto. Università de Bologna, 10 p.
- BOUCHON, J. 1982. Tarifs de cubage à deux entrées pour le Hêtre *Fagus sylvatica* in France. Revue Forestère Française 34 (3).
- BOURGEOIS, C. 1992. Le Châtaignier - un arbre, un bois. IDF.
- CORPORACIÓN DE FOMENTO A LA PRODUCCIÓN (CORFO). 1987a. Propagación de algunas especies frutales de interés para el sur de Chile: Manzano, Castaño y Avellano europeo. Gerencia de desarrollo AA 87/3, 84 p.
- CORPORACIÓN DE FOMENTO A LA PRODUCCIÓN (CORFO). 1987b. Árboles frutales. Situación y potencial en el sur de Chile. 59 p.
- CHACÓN, I. 1995. Decisiones económico financieras en el manejo forestal. Universidad de Talca, Chile. 248 p.
- DE LA LAMA G., G. 1982. Atlas del Eucalipto. Tomo V. Ministerio de Agricultura. INIA. ICONA. Madrid, España. 70 p.
- GORDON, A. y ROWE, D. 1982. Seed manual for ornamental trees and shrubs. Forestry Commission Bulletin N° 59. 129 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 1995. Programa de desarrollo del cultivo del Castaño (*Castanea sativa Mill*) en la precordillera de la VII Región. Postulación a proyecto para el Fondo Nacional de Desarrollo Regional.

- INSTITUTO FORESTAL (INFOR). 1994a. Industria del aserrío. 1993. División de Estudios Económicos. Boletín Estadístico N° 36. Santiago, Chile.
- INSTITUTO FORESTAL (INFOR). 1994b. Boletín Estadístico de Exportaciones Forestales Chilenas N° 38. Instituto Forestal, Santiago. Chile.
- INSTITUTO FORESTAL (INFOR). 1994c. Boletín de Precios Forestales N° 47, Instituto Forestal, Santiago, Chile.
- INSTITUTO FORESTAL (INFOR). 1995. Antecedentes de mercado de Castaño. Manuscrito Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio Instituto Forestal / Corporación Nacional Forestal, Valdivia, Chile.
- INSTITUTE POUR LE DÉVELOPPEMENT FORESTIER (IDF). 1990. Boiser une terre agricole. 64 p.
- JAYNES, R. 1975. Handbook of North American Nut Trees. W.F. Humphery Press Inc., Geneve, New York. 421 p.
- KIGER, F. 1985. El Castaño: Antecedentes de la situación nacional y aprovechamiento industrial. Próxima Década, Vol. 4 (37): 4 - 8.
- LOEWE, V.; NEUENSCHWANDER, A.; ALVEAR, C. 1994. El Castaño en Chile: un cultivo frutoforestal promisorio. Chile Forestal. Documento Técnico n°85.
- MEDEL, F.; ORUETA, J. 1986. Estados fenológicos y adaptabilidad climática de las especies frutales arbóreas en el sur de Chile. AGROSUR 14 (2): 89-94.
- MEDEL, F. 1986. Requerimientos climáticos y edáficos para las especies frutales en el sur de Chile. Nota científica. AGROSUR 14 (1): 48-56.
- MEDEL, F. 1990. Especies y Cultivares. AGROSUR 18 (1): 30-34.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA; ODEPA; SAG; INIA; IREN. 1968. Plan de desarrollo Agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre las provincias de Aconcagua y Chiloé. Ministerio de Agricultura, ODEPA. Santiago. Chile.

- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES DE MADRID. 1991. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y metodología. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. 3ª ed. Madrid. España. 572 p.
- NAJERA, F. 1965. Boletín de Información Técnica, AITIM.
- NAJERA y ANGULO, F.; LÓPEZ, F. 1969. Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares. Ministerio de Agricultura. Madrid. España.
- NOVOA S. A., R.; VILLASECA C., S. Editores. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. INIA. Santiago. Chile. 221 p. y mapas.
- PERALTA P., M. 1976. Uso, clasificación y conservación de suelos. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 337 p.
- ROLLINSON, T.; EVANS, J. 1987. The yield of sweet chesnut coppice. Forestry Commission Bulletin U.K. N°64. 20 p.
- SAAVEDRA, O. 1981. Perspectivas para el desarrollo de frutales tipo nuez en Chile. CORFO.
- SALVATIERRA, G. 1990. Antecedentes de la situación del Castaño en la VIII Región. IPA Quilamapu.
- SANTIBAÑEZ Q., F.; URIBE M., 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Chile. 99 p.
- SUDZUKI, F. 1983. Cultivo de frutales menores. Ed. Universitaria. 184 p.

ANEXOS

ANEXO I

AJUSTE DEL COMPORTAMIENTO PROYECTADO PARA LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DE CASTAÑO

Año	DAP (cm)	Diámetro Base (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Altura Rama (m)	Diámetro Copa (m)
1	0,9	2,5	0,0	1,3	0,0	0,0	0,3
2	1,3	3,0	0,1	1,7	0,0	0,0	0,6
3	1,8	3,6	0,2	2,2	0,0	0,0	0,8
4	2,3	4,2	0,2	2,7	0,0	0,0	1,1
5	2,8	4,9	0,3	3,1	0,0	0,0	1,3
6	3,4	5,6	0,4	3,6	0,0	0,2	1,5
7	4,0	6,3	0,5	4,1	0,0	0,5	1,7
8	4,7	7,1	0,5	4,6	0,0	0,9	1,9
9	5,4	8,0	0,6	5,1	0,0	1,3	2,1
10	8,2	11,3	0,7	6,6	0,0	1,6	2,3
11	9,7	13,1	0,7	7,6	0,0	2,0	2,5
12	11,2	14,8	0,8	8,5	0,0	2,3	2,7
13	12,6	16,4	0,9	9,5	0,0	2,7	2,8
14	13,9	18,1	0,9	10,4	0,0	3,0	3,0
15	15,2	19,6	1,0	11,2	0,0	3,3	3,1
16	16,5	21,2	1,0	12,1	0,0	3,7	3,3
17	17,8	22,6	1,1	12,9	0,0	4,0	3,4
18	19,0	24,1	1,1	13,7	0,0	4,3	3,6
19	20,1	25,5	1,2	14,5	0,0	4,6	3,7
20	21,3	26,8	1,2	15,3	0,4	4,9	3,8

**AJUSTE DE COMPORTAMIENTO PROYECTADO PARA PRINCIPALES PARÁMETROS DE
CRECIMIENTO DE CASTAÑO. (continuación)**

Año	DAP (cm)	Diámetro Base (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Altura Rama (m)	Diámetro Copa (m)
21	22,3	28,1	1,3	16,0	1,1	5,2	3,9
22	23,4	29,4	1,3	16,7	1,9	5,5	4,0
23	24,4	30,6	1,4	17,3	2,5	5,8	4,1
24	25,3	31,8	1,4	18,0	3,2	6,1	4,2
25	26,3	32,9	1,4	18,6	3,8	6,4	4,3
26	27,1	34,0	1,5	19,2	4,3	6,7	4,3
27	28,0	35,0	1,5	19,7	4,8	7,0	4,4
28	28,8	36,0	1,5	20,3	5,3	7,2	4,4
29	29,5	37,0	1,6	20,8	5,7	7,5	4,5
30	30,3	37,9	1,6	21,3	6,1	7,8	4,5
31	31,0	38,7	1,6	21,7	6,4	8,0	4,6
32	31,6	39,5	1,7	22,2	6,7	8,3	4,6
33	32,2	40,3	1,7	22,6	6,9	8,5	4,6
34	32,8	41,0	1,7	22,9	7,1	8,8	4,6
35	33,3	41,7	1,7	23,3	7,2	9,0	4,6
36	33,8	42,4	1,7	23,6	7,3	9,2	4,6
37	34,2	42,9	1,7	23,9	7,4	9,5	4,6
38	34,6	43,5	1,8	24,2	7,4	9,7	4,6
39	35,0	44,0	1,8	24,4	7,4	9,9	4,6
40	35,3	44,4	1,8	24,6	7,3	10,1	4,5
1: $R^2 = 0,61$							

Fuente: Loewe *et al.* (1994).

ANEXO II

FIGURA 4
DESARROLLO COMPARATIVO DEL DAP
Y ALTURA TOTAL EN CASTAÑO

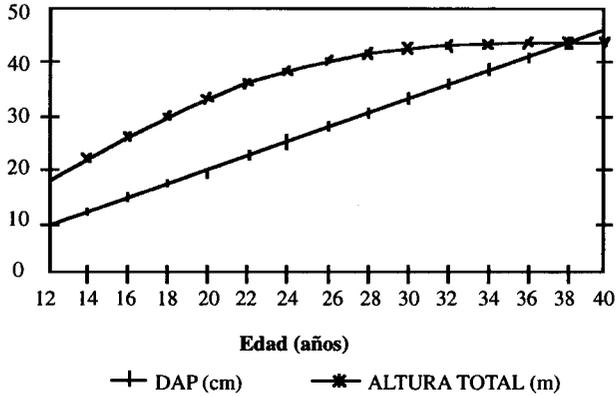
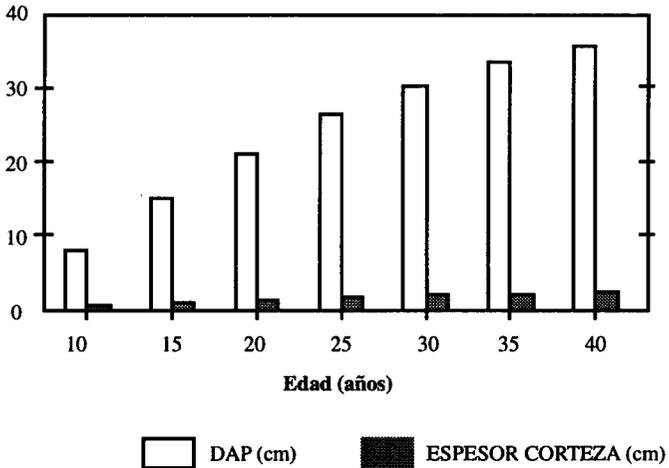


FIGURA 5
INCREMENTO DEL DAP Y EL ESPESOR
DE LA CORTEZA EN CASTAÑO



ANEXO III

RESUMEN DE COSTOS COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

Ítem	Unidad	CS3011	CS3012	CS3013	
Roce	Mano de obra	\$ / ha	4.908	14.724	29.448
	Ropa de seguridad	\$ / ha	65	144	237
	Materiales	\$ / ha	80	177	365
	Total	\$ / ha	5.052	15.045	30.051
Reducción desechos	\$ / ha	0	65.000	110.000	
Cortafuego	\$ / ha	9.843	10.937	12.030	
Cercos	Mano de obra	\$ / ha	15.460	22.086	39.264
	Ropa de seguridad	\$ / ha	204	29.100	317
	Materiales	\$ / ha	17	18	26
	Insumos	\$ / ha	41.086	16.552	49.702
	Total	\$ / ha	56.768	67.756	89.309
Control de Malezas pre-plantación	Mano de obra	\$ / ha	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$ / ha	0	0	0
	Materiales	\$ / ha	0	10.956	11.820
	Insumos	\$ / ha	0	12.390	21.417
	Total	\$ / ha	0	23.346	33.237
Preparación de Suelos	Surcado con bueyes	\$ / ha	0	6.986	0
	Tractor agrícola	\$ / ha	0	0	11.700
Hoyadura	Mano de obra	\$ / ha	10.798	22.086	53.988
	Ropa de seguridad	\$ / ha	142	215	436
	Insumos	\$ / ha	108	173	336
	Total	\$ / ha	11.048	22.474	54.760
Plantación	Mano de obra	\$ / ha	7.362	14.724	24.540
	Ropa de seguridad	\$ / ha	97	144	198
	Materiales	\$ / ha	78	115	160
	Insumos	\$ / ha	149.850	166.500	190.971
	Fletes	\$ / ha	1.800	2.450	3.100
	Total	\$ / ha	159.187	183.933	218.968

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO (continuación)

Ítem	Unidad	CS3011	CS3012	CS3013	
Instalación corromet	Mano de obra	\$ / ha	9.816	14.724	24.540
	Ropa de seguridad	\$ / ha	130	144	198
	Insumos	\$ / ha	10.710	11.900	13.090
	Total	\$ / ha	20.656	26.768	37.828
Fertilización	Mano de obra	\$ / ha	3.681	5.522	7.362
	Ropa de seguridad	\$ / ha	49	54	59
	Insumos	\$ / ha	13.500	25.500	41.250
	Materiales	\$ / ha	3	3	3
	Total	\$ / ha	17.230	31.078	48.671
Control de Malezas post-plantación puntual	Mano de obra	\$ / ha	1.227	3.681	4.908
	Ropa de seguridad	\$ / ha	14	31	34
	Materiales	\$ / ha	7	16	17
	Insumos	\$ / ha	14.337	15.930	17.523
	Total	\$ / ha	15.585	19.658	22.482

COSTOS DE MANEJO

Ítem	Unidad	CS3011	CS3012	CS3013	
Desbroce	Mano de obra	\$ / ha	0	12.884	26.994
	Ropa de seguridad	\$ / ha	0	126	218
	Materiales	\$ / ha	0	140	242
	Total	\$ / ha	0	13.149	27.545
Primera Poda	Mano de obra	\$ / ha	9.816	14.724	19.632
	Ropa de seguridad	\$ / ha	42	46	51
	Materiales	\$ / ha	30	33	36
	Total	\$ / ha	9.887	14.803	19.719
Segunda Poda	Mano de obra	\$ / ha	9.816	14.724	19.632
	Ropa de seguridad	\$ / ha	42	46	51
	Materiales	\$ / ha	30	33	36
	Total	\$ / ha	9.887	14.803	19.719

Ítem	Unidad	CS3011	CS3012	CS3013	
Tercera Poda	Mano de obra	\$ / ha	9.816	14.714	19.632
	Ropa de seguridad	\$ / ha	42	46	51
	Materiales	\$ / ha	30	33	36
	Total	\$ / ha	9.887	14.803	19.719
Cuarta Poda	Mano de obra	\$ / ha	7.362	11.043	14.724
	Ropa de seguridad	\$ / ha	31	35	38
	Materiales	\$ / ha	22	25	27
	Total	\$ / ha	7.415	11.102	14.789
Raleo a Desecho	Mano de obra	\$ / ha	4.908	7.362	9.816
	Ropa de seguridad	\$ / ha	29	32	36
	Materiales	\$ / ha	112	124	137
	Total	\$ / ha	5.049	7.519	9.988
Quinta Poda	Mano de obra	\$ / ha	14.724	22.086	29.448
	Ropa de seguridad	\$ / ha	63	69	76
	Materiales	\$ / ha	94	105	115
	Total	\$ / ha	14.881	22.260	29.640
Sexta Poda	Mano de obra	\$ / ha	11.779	17.669	23.558
	Ropa de seguridad	\$ / ha	50	56	61
	Materiales	\$ / ha	614	920	1.227
	Marcación	\$ / ha	76	84	92
	Total	\$ / ha	12.518	18.729	24.939
Primer Raleo Comercial	Mano de obra	\$ / ha	4.908	7.362	9.816
	Ropa de seguridad	\$ / ha	149	165	182
	Materiales	\$ / ha	570	633	697
	Total	\$ / ha	5.527	8.161	10.695
Costo Confección Productos Madereros después del Raleo	Varas de leña	\$ / ha	6.169	6.854	7.540
	Poste 3" x 4" x 2,5 m	\$ / ha	1.310	1.456	1.602
	Poste 4" x 5" x 2,5 m	\$ / ha	4.939	5.488	6.037
	Estaca 4" x 4" x 2,5 m	\$ / ha	27.216	30.240	33.264
	Total	\$ / ha	39.635	44.039	48.443

COSTO DE MANEJO (continuación)					
Ítem		Unidad	CS3011	CS3012	CS3013
Séptima Poda	Mano de obra	\$ / ha	9.816	14.724	19.632
	Ropa de seguridad	\$ / ha	42	46	51
	Marcación	\$ / ha	818	1.227	1.636
	Materiales	\$ / ha	63	70	77
	Total	\$ / ha	10.739	16.067	21.396
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	\$ / ha	9.816	14.724	19.632
	Ropa de seguridad	\$ / ha	58	65	71
	Materiales	\$ / ha	224	248	273
	Total	\$ / ha	10.098	15.037	19.977
Costo Confección Productos Madereros después del Raleo	Vara de Leña	\$ / ha	17.055	18.951	19.632
	Poste 3" x 4" x 2,5 m	\$ / ha	58	65	71
	Poste 4" x 5" x 2,5 m	\$ / ha	224	248	273
	Estaca 4" x 4" x 2,5 m	\$ / ha	27.216	120.961	133.057
	Total	\$ / ha	76.931	176.200	193.820
Octava Poda	Mano de obra	\$ / ha	8.834	13.252	17.669
	Ropa de seguridad	\$ / ha	38	42	46
	Materiales	\$ / ha	57	63	69
	Total	\$ / ha	8.929	13.356	17.784

COSTOS MANTENCIÓN

Ítem		Unidad	CS3011	CS3012	CS3013
Costos de Mantenición	Cortafuego	\$ / ha	7.340	7.875	8.411

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

Ítem		Unidad	CS3011	CS3012	CS3013
Impuestos		%	0	0	0
Supervisión	Edad <= 11 años	\$ / ha	14.724	22.086	29.448
Supervisión	Edad > 11 años	\$ / ha	29.448	44.172	58.896
Seguro Incendios		\$ / ha	2.921	3.246	3.571
Depreciación		\$ / ha	0	0	0

COSTOS DE PROTECCIÓN FORESTAL

Ítem	Unidad	CS3011	CS3012	CS3013
Control y combate de incendios	\$ / ha	2.570	2.856	3.142
Guardería	\$ / ha	2.203	2.448	2.693

COSTOS DE COSECHA

Ítem	Unidad	CS3011	CS3012	CS3013	
Cosecha de Frutos año 10	Mano de obra	\$ / ha	12.270	18.405	24.540
	Ropa de seguridad	\$ / ha	162	180	198
	Total	\$ / ha	12.432	18.585	24.738
Clasificación y Ensacado año 10	Mano de obra	\$ / ha	5.252	7.877	10.503
	Ropa de seguridad	\$ / ha	68	77	85
	Total	\$ / ha	5.320	7.954	10.588
Cosecha de Frutos año 11	Mano de obra	\$ / ha	18.405	27.608	36.810
	Ropa de seguridad	\$ / ha	243	269	296
	Total	\$ / ha	18.648	27.877	37.106
Clasificación y Ensacado año 11	Mano de obra	\$ / ha	7.877	11.816	15.755
	Ropa de seguridad	\$ / ha	103	115	127
	Total	\$ / ha	7.980	11.931	15.881
Cosecha de Frutos año 12	Mano de obra	\$ / ha	24.540	36.810	49.080
	Ropa de seguridad	\$ / ha	324	360	395
	Total	\$ / ha	24.864	37.170	49.475
Clasificación y Ensacado año 12	Mano de obra	\$ / ha	10.528	15.791	21.055
	Ropa de seguridad	\$ / ha	137	154	169
	Total	\$ / ha	10.665	15.946	21.225
Cosecha de Frutos año 13 - 16	Mano de obra	\$ / ha	30.675	46.013	61.350
	Ropa de seguridad	\$ / ha	405	449	494
	Total	\$ / ha	31.080	46.461	61.844
Clasificación y Ensacado año 13 - 16	Mano de obra	\$ / ha	13.153	19.730	26.307
	Ropa de seguridad	\$ / ha	172	192	212
	Total	\$ / ha	13.325	19.923	26.519

COSTO DE COSECHA (continuación)

Ítem	Unidad	CS3011	CS3012	CS3013	
Cosecha de Frutos año 17 - 22 .	Mano de obra	\$ / ha	34.356	51.534	68.712
	Ropa de seguridad	\$ / ha	453	503	553
	Total	\$ / ha	34.809	52.037	69.265
Clasificación y Ensacado año 17 - 22	Mano de obra	\$ / ha	14.724	22.086	29.448
	Ropa de seguridad	\$ / ha	192	216	237
	Total	\$ / ha	14.916	22.302	29.685
Cosecha de Frutos año 23 -30	Mano de obra	\$ / ha	36.810	55.215	73.620
	Ropa de seguridad	\$ / ha	486	540	593
	Total	\$ / ha	37.296	55.755	74.213
Clasificación y Ensacado año 23 - 30	Mano de obra	\$ / ha	17.890	26.834	35.799
	Ropa de seguridad	\$ / ha	233	262	288
	Total	\$ / ha	18.123	27.097	36.067
Volteo	Mano de obra	\$ / ha	74.540	111.810	149.081
	Ropa de seguridad	\$ / ha	443	493	5421
	Materiales	\$ / ha	1.698	1.887	2.075
	Total	\$ / ha	76.682	114.190	151.698
Madereo	\$ / ha	814.293	904.740	995.213	
Construcción de Caminos	\$ / ha	331.155	367.950	404.745	
Campamentos	\$ / ha	32.400	35.998	39.599	
Costo de Confección de Productos Madereros después de la Cosecha	Vara de Leña	\$ / ha	127.916	142.129	156.342
	Poste 3" x 4" x 2,5 m	\$ / ha	0	0	0
	Poste 4" x 5" x 2,5 m	\$ / ha	57.154	63.504	69.855
	Estaca 4" x 4" x 2,5 m	\$ / ha	244.946	272.162	299.378
	Pulgadas madereras Donat	\$ / ha	122.473	544.324	598.757
	Total	\$ / ha	552.489	1.020.120	1.124.332

ANEXO IV

INGRESOS POR PRODUCTOS INGRESOS POR PRODUCTO MADERERO

Productos	Primer Raleo		Segundo Raleo		Cosecha	
	Cantidad Nº / ha	Ingresos \$/ ha	Cantidad Nº / ha	Ingresos \$/ ha	Cantidad Nº / ha	Ingresos \$/ ha
CS3011 Madera Foliabile ("Donat")	0	0	0	0	2.430	4.790.053
Estacas cuadradas	135	226.425	540	465.700	1.215	1.047.824
Postes 1	13	4.004	135	41.580	0	0
Postes 2	135	74.845	135	74.845	405	224.534
Leña	34	29.322	94	81.066	705	607.997
Total	-	224.595	-	663.191	-	6.670.408
CS3012 Madera Foliabile ("Donat")	0	0	0	0	2.430	4.354.594
Estacas cuadradas	135	105.841	540	423.363	1.215	952.567
Postes 1	13	3.640	135	37.800	0	0
Postes 2	135	68.041	135	68.041	405	204.122
Leña	34	26.656	94	73.697	705	552.724
Total	-	204.178	-	302.901	-	6.064.007
CS3013 Madera Foliabile ("Donat")	0	0	0	0	2.430	3.919.135
Estacas cuadradas	135	95.257	540	381.027	1.215	857.311
Postes 1	13	3.276	135	34.020	0	0
Postes 2	135	61.236	135	61.236	405	183.709
Leña	34	23.991	94	66.327	705	497.452
Total	-	183.760	-	542.611	-	5.457.607

Años	CS3011		CS3012		CS3013	
	Cantidad Nº / ha	Ingresos \$/ ha	Cantidad Nº / ha	Ingresos \$/ ha	Cantidad Nº / ha	Ingresos \$/ ha
0 - 9	0	0	0	0	0	0
10	750	110.881	750	110.881	750	90.721
11	1.125	166.321	1.125	151.201	1.125	136.081
12	1.500	221.762	1.500	201.602	1.500	181.441
13 - 16	1.875	277.202	1.875	252.002	1.875	226.802
17 - 22	2.100	310.466	2.100	282.242	2.100	254.018
23 - 30	2.250	323.643	2.250	302.402	2.250	272.162
Total	9.600	1.419.275	9.600	1.290.250	9.600	1.161.225

ANEXO V

CUADRO RESUMEN DE CASTAÑO

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Requerimientos Ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Prefiere suelos livianos, profundos y permeables, de reacción ácida (pH 5,5 - 6,0), buen drenaje y alta fertilidad - Requiere suelos ricos en P y K - En Chile la ubicación potencial de la especie corresponde a las regiones VII, VIII, IX y X 	Saavedra (1981) Loewe <i>et al.</i> (1994)
Clima	<ul style="list-style-type: none"> - Evita los sitios áridos, fríos o con neblinas, comportándose mejor en zonas no expuestas a vientos, ni heladas tardías - Requiere una temperatura media anual de 8 - 15 °C - No tolera las sequías prolongadas, necesitando al menos 700 mm anuales de precipitación 	Bagnaresi (1986) Sudzuki (1983)
Altitud	<ul style="list-style-type: none"> - En Europa se encuentra entre 100 y 1.500 msnm - En Chile se ubica entre los 300 y 900 msnm 	Loewe <i>et al.</i> (1994)
Exposición	<ul style="list-style-type: none"> - No son recomendables las exposiciones norte y noroeste ya que confieren mayor susceptibilidad a las heladas 	Loewe <i>et al.</i> (1994)
Crecimiento	<ul style="list-style-type: none"> - En Europa, bosques de monte bajo obtienen crecimientos de 4 a 20 m³/ha/año con rotaciones de 12-18 años - Otros autores mencionan volúmenes totales a los 20 años de 150 - 220 m³/ha - Plantaciones de 35 años presentan volúmenes cercanos a 1m³ entre la VII y X Región - En nuestro país, árboles sin manejo y sin injertar presentan incrementos medios anuales en diámetro que varían entre 1,0 y 1,5 cm 	Bagnaresi (1986) Loewe <i>et al.</i> (1994)
Productividad	<ul style="list-style-type: none"> - Árboles de semillas requieren 5 a 8 años para empezar a producir frutos, en cambio los injertados comienzan a producir desde el 2º año de plantación - Buenos rendimientos de semillas corresponden a 14 kg/arb/año - En plantaciones de tipo forestal, la producción de frutos comienza después del 1º raleo (10 años), con una producción de 1 - 5 kg de semillas/arb - En Chile la producción varía entre 2 - 10 ton/ha, según la edad y densidad de la plantación 	Saavedra (1981) Loewe <i>et al.</i> (1994)

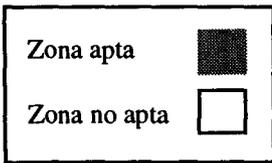
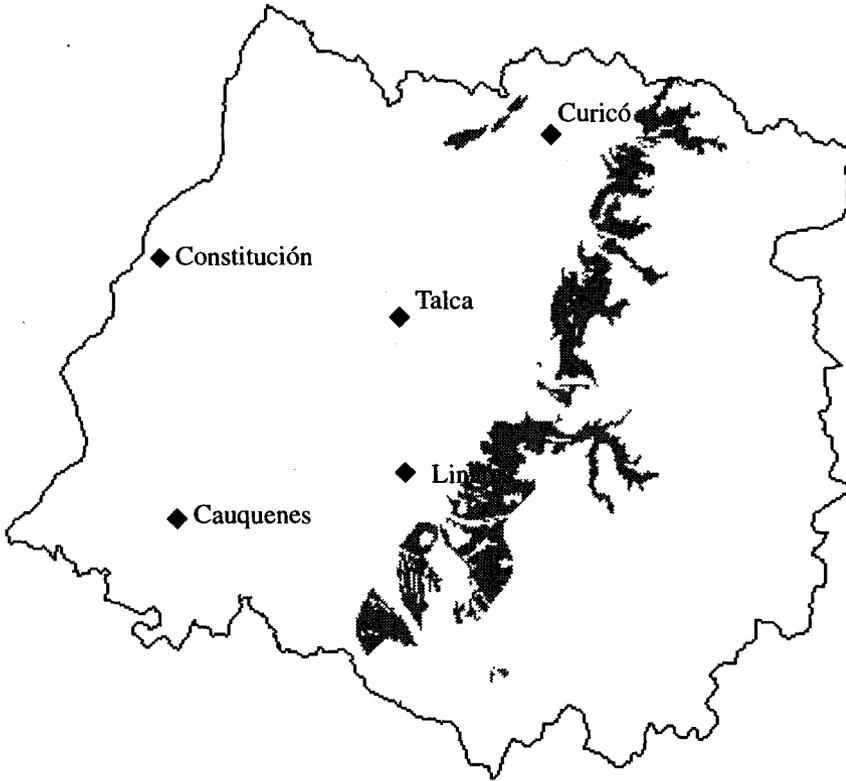
Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Aspectos Reproductivos	<ul style="list-style-type: none"> - En Chile florece entre diciembre y enero - Presenta polinización cruzada, por lo que los árboles no deben estar separados por más de 60 m de sus polinizantes - El período de maduración de frutos demora entre 140 y 185 días según la variedad - Rebrotó con facilidad y gran vigor 	<p>Saavedra (1981) Sudzuki (1983) Bagnaresi (1986)</p>
Propagación	<ul style="list-style-type: none"> - La especie se propaga naturalmente por semilla, produciendo plantas heterogéneas y que no producen el cultivar - Para la producción de frutos se usa la técnica de injertación, acodo y estacado - Normalmente se usa el empalme inglés en agosto-septiembre sobre plantas de un año, de hendidura en septiembre-octubre, yema de ojo vivo en octubre-noviembre y de ojo dormido en enero-febrero - Actualmente, para los individuos destinados a la producción de frutos y madera, se recomienda utilizar plantas procedentes de semillas 	<p>Saavedra (1981)</p>
Plagas y Enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> - En Chile la enfermedad más común es la tinta o mal del pie (<i>Phytophthora</i>). Para su control se recomiendan tratamientos químicos de enero a marzo con <i>Azinphos</i>, <i>Phosalone</i> y <i>Methidathion</i> - Las plagas más comunes corresponden a Capocasca (Polilla del fruto), balanina y gorgojo de la castaña 	<p>Sudzuki (1983) Loewe <i>et al.</i> (1994)</p>
Plantación	<ul style="list-style-type: none"> - La plantación se efectúa desde fines de otoño a comienzos de primavera, durante el período de reposo vegetativo - Se recomienda el uso de plantas de 1 año, de 30 - 60 cm de altura y 6 mm de diámetro de cuello - La densidad de plantación utilizada para producción de frutos corresponde alrededor de 100 plantas/ha - Con fines forestales los franceses recomiendan densidades iniciales de 1.000 - 1.200 plantas/ha para dejar 200 individuos al final de la rotación, con rotaciones de 40 - 50 años - En Chile se proponen densidades iniciales de 1.100 plantas/ha para madera defoliada, con rotaciones de 30 años y con un volumen extraíble de 364,54 m³/ha - Debe regarse desde diciembre a marzo - Es aconsejable fertilizar con N, P y eventualmente K. Además se debe proporcionar 60 - 80 unidades de N cada año hasta los 6 años - El control de malezas es importante durante los 4 - 5 primeros años, para esto; se recomienda aplicar Paraquat o una combinación de Diquat y Paraquat 	<p>Saavedra (1981) Sudzuki (1983) IDF (1990) Salvatierra (1990) Loewe <i>et al.</i> (1994)</p>
Podas	<ul style="list-style-type: none"> - En Chile no se hacen podas de formación ni de producción - En países europeos se propone la realización del desyeme es decir la eliminación manual durante la primavera de los brotes que aparecen en la sección inferior del fuste 	

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Raleos	<ul style="list-style-type: none"> - Se sugiere ralear a los 10 y 20 años, para así cosechar a los 30 años - Otros autores sugieren una densidad de 1.100 arb/ha, orientada a la producción de madera defoliable en una rotación de 30 años, con raleos a los 9 años (no comercial), 16 y 22 años 	<p>IDF (1990) Loewe <i>et al.</i> (1994)</p>
Cosecha de Frutos	<ul style="list-style-type: none"> - En Chile se extiende desde mediado de marzo hasta mayo 	<p>Bassi (s.f.)</p>
Aspectos Genéticos	<ul style="list-style-type: none"> - En Chile, gran parte de la superficie plantada ha sido realizada con material vegetal proveniente de semilla de Castaño europeo - Presenta problemas de autoesterilidad, por lo que se debe incorporar material vegetal que diversifique los cultivares 	<p>CORFO (1987) Medel (1990)</p>
Usos	<ul style="list-style-type: none"> - En Europa, los principales productos corresponden a postes y estacas - La madera de Castaño es apta para su empleo en: carpintería, muebles, carrocería, revestimiento de interiores, instrumentos musicales, tableros de partículas y fabricación de carbón - El duramen contiene un 10 - 12 % de sustancias tanantes. Su extracción constituye la industria taninera más importante en Europa - Los principales destinos de sus frutos corresponden a: consumo fresco, industrialización y alimentación de ganado 	<p>Loewe <i>et al.</i> (1994)</p>

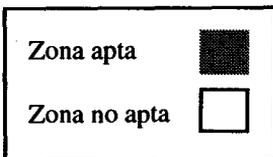
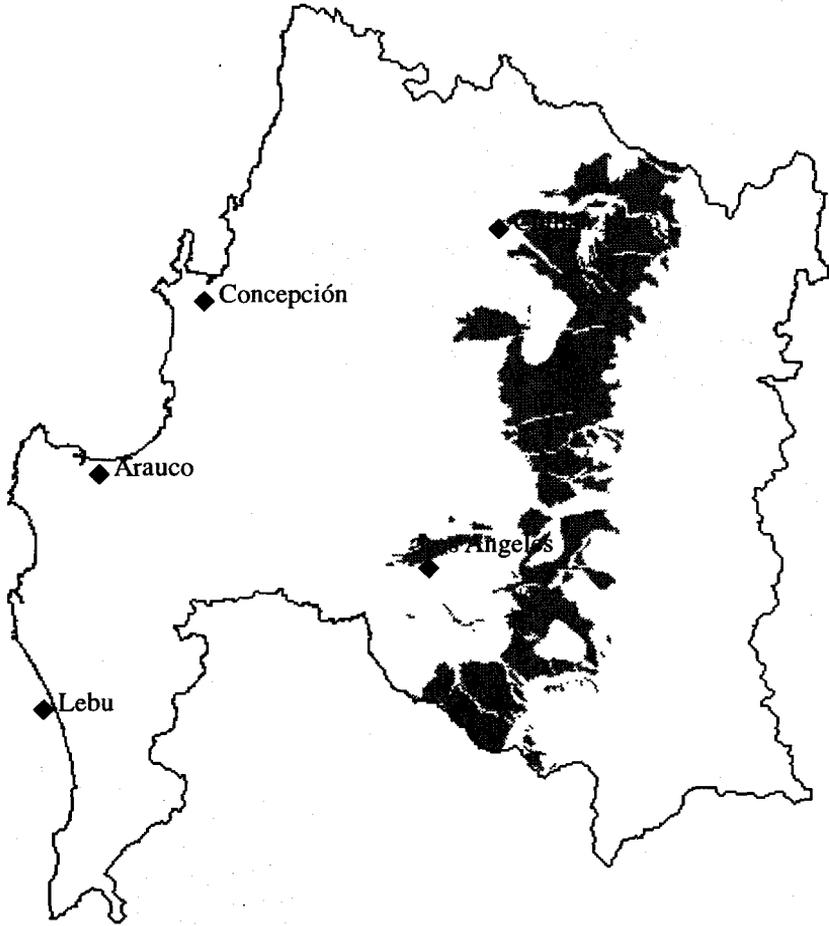
ANEXO VI

ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES

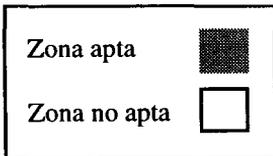
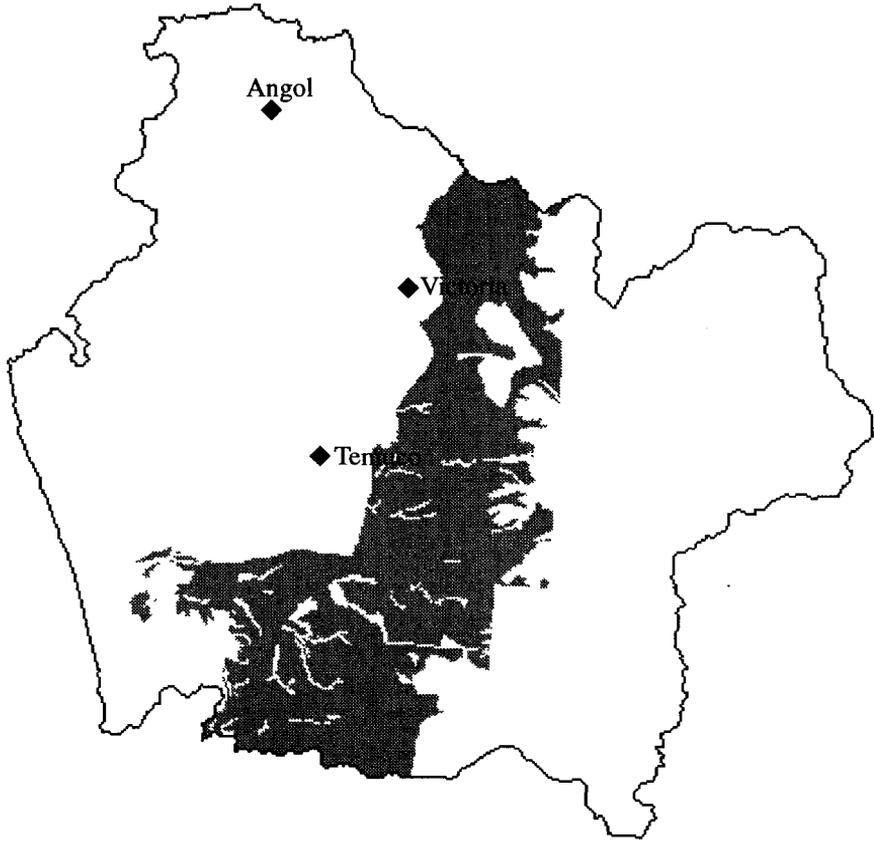
DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE CASTAÑO VII REGIÓN



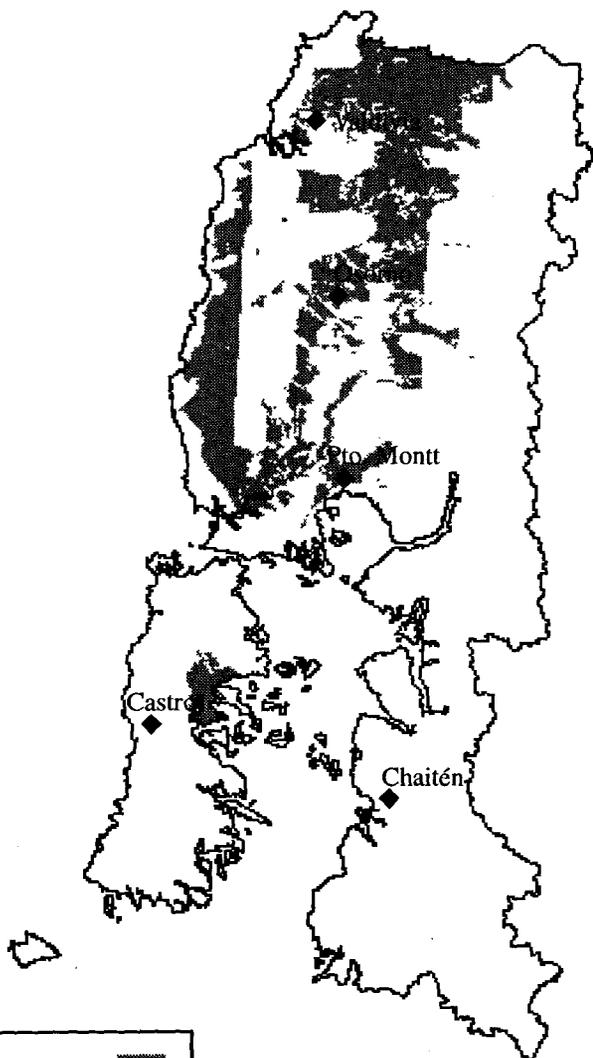
DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE CASTAÑO VIII REGIÓN



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE CASTAÑO IX REGIÓN



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE CASTAÑO X REGIÓN



Zona apta



Zona no apta



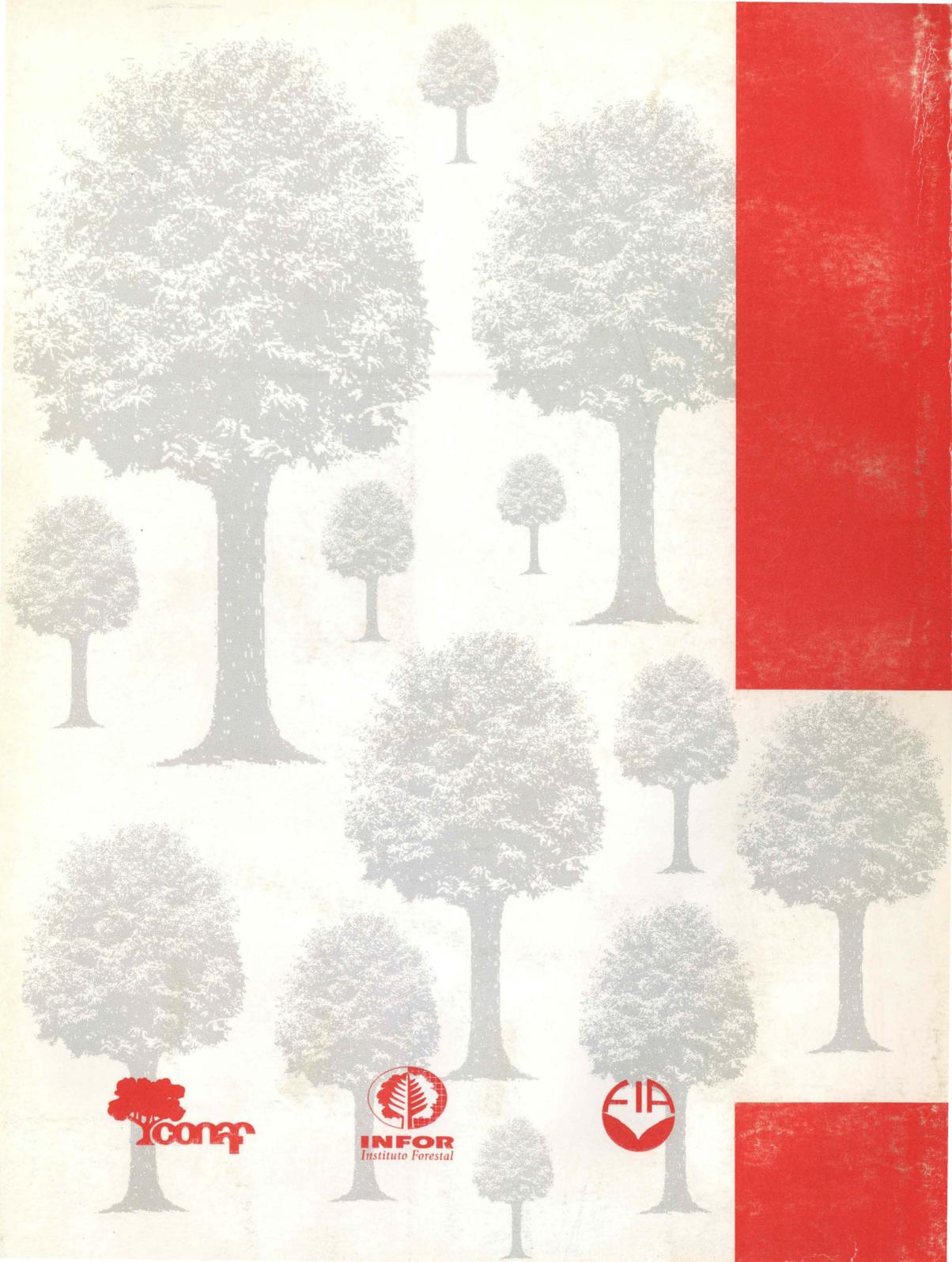
CASTAÑO

Para mejorar el potencial económico de la actividad silvícola del país, el Ministerio de Agricultura dio inicio el año 1994 a una campaña de Diversificación, la cual se materializó con la creación de un programa específico llevado a cabo por CONAF.

Su propósito ha sido generar una Política Nacional de Diversificación, cuyo principal objetivo se orienta a optimizar el uso económico del suelo sobre la base de la ampliación de las opciones de cultivo y de esta forma integrar con propiedad la actividad forestal a la segunda fase del modelo exportador chileno.

En lo social se procura la integración de nuevos sectores a las actividades y beneficios que proporciona el desarrollo forestal diversificado, provocando positivos impactos ambientales por la vía de incrementar la superficie arbolada del territorio nacional.

La diversificación es en suma un proceso de ampliación a gran escala de nuevas opciones de cultivo forestal destinados a mejorar la capacidad productora y exportadora del país, en el marco que fija el uso sustentable de los recursos naturales renovables.



INFOR
Instituto Forestal

