



0000068

CASTAÑO

MADERA DE ALTO VALOR PARA CHILE



BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

176.32(46)

BENC
1a ed
C 1

Castaño

MADERA DE ALTO VALOR PARA CHILE

EDITORAS

Susana Benedetti R.
Verónica Loewe M.
Claudia López L.
Marta González O.



Castañó, Madera de alto valor para Chile

Editoras

Susana Benedetti R.
Verónica Loewe M.
Claudia López L.
Marta González O.

© Registro de Propiedad Intelectual N° 165199
I.S.B.N.: 978-956-8274-93-1

Diseño y Diagramación

Rodrigo Verdugo T.

Impresión

Salesianos Impresores S.A.

Primera edición: 850 ejemplares

Impreso en Chile/Printed in Chile

La información que contiene el presente documento es resultado de los proyectos "Hacia el desarrollo del Castañó forestal en Chile" financiado por FONDEF/CONICYT; "Uso de herramientas biotecnológicas para aumentar la rentabilidad de plantaciones de Castaños en la VIII región" financiado por INNOVA Bío Bío y FIA; "Plantaciones mixtas: Productividad, diversidad y sostenibilidad para el desarrollo forestal de Chile" financiado por FIA, ejecutados por el Instituto Forestal.

PRÓLOGO	7
I. EL CASTAÑO EN EL MUNDO	9
1. CASTANEA SATIVA MILL (<i>S. Benedetti, V. Loewe</i>).	11
1.1 El Género Castanea	11
1.2 Características de la Especie	11
1.3 Requerimientos Ecológicos	13
1.4 Distribución Geográfica	15
1.5 Comportamiento Fitosociológico	15
1.6 Madera	16
2. ORIGEN E HISTORIA (<i>S. Benedetti</i>).	21
3. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y TENDENCIAS (<i>V. Loewe, S. Benedetti</i>).	27
4. PRINCIPALES TEMÁTICAS DE INVESTIGACIONES (<i>S. Benedetti, V. Loewe</i>).	31
II. EL CASTAÑO EN CHILE	35
1. HISTORIA Y TRADICIÓN DEL CASTAÑO (<i>S. Benedetti</i>).	37
2. DISTRIBUCIÓN Y ÁREAS POTENCIALES (<i>C. López</i>).	39
2.1 Exigencias Ecológicas	39
2.2 Áreas Potenciales	40
3. PLAGAS Y ENFERMEDADES (<i>C. López, V. Loewe</i>).	49
3.1 Enfermedades de Importancia a Nivel Mundial	49
3.1.1 Hongos	49
3.1.2 Insectos	60
3.1.3 Otros daños	66
3.2 Agentes de daño en Chile	68
4. LA MADERA (<i>V. Loewe, S. Benedetti</i>).	77
4.1 Propiedades Tecnológicas del Castaño en Chile	77
4.2 Usos Actuales y Potenciales	82
4.3 Calidad	84
4.3.1 El concepto de calidad de la madera	84
4.3.2 Clasificación cualitativa de trozas y madera aserrada	88
4.4 Producción Nacional y Mundial	89
4.4.1 Producción nacional	89
4.4.2 Producción mundial	91
4.5 Mercado	91
4.5.1 Mercado nacional	91
4.5.2 Mercado internacional	95

5. EL FRUTO. LA CASTAÑA (<i>S. Benedetti, V. Loewe</i>).	103
5.1 Características Generales	103
5.2 Características Nutricionales	104
5.3 Clasificación y Usos de la Castaña	106
5.4 Oportunidades de la Castaña Forestal en Chile	108
6. LAS MICORRIZAS Y EL CASTAÑO (<i>M. González, P. Chung, K. Casanova</i>).	111
6.1 Entendiendo las Micorrizas	112
6.2 Hongos Asociados a Castaño	114
6.3 Procesos de Masificación de Hongos para Inoculación	118
6.3.1 Procedimientos de inoculación de hongos micorrícicos	120
6.4 Precios y Mercado de los Hongos	122
6.4.1 Mercado nacional	123
6.4.2. Exportaciones	124
6.5 Experiencias de Investigación en Chile	125
7. LAS PLANTACIONES FORESTALES (<i>S. Benedetti, J. Saavedra, A. Pavez, M. Martin</i>).	131
7.1 Características Ambientales de Plantaciones Forestales de Castaño en Chile	131
7.2 Crecimiento de Castaño en Plantaciones Forestales	136
7.3 Modelos de Crecimiento	142
8. PRODUCCIÓN DE PLANTAS FORESTALES DE CASTAÑO (<i>C. Delard, M. González, O. Ortiz, M. Molina, C. López</i>).	157
8.1. Reproducción Asexual: Micropropagación	157
8.1.1 Identificación y selección de árboles superiores	159
8.1.2 Establecimiento de cultivos	160
8.1.3 Desarrollo y multiplicación de brotes	163
8.1.4 Enraizamiento de brotes	164
8.1.5 Aclimatación de plantas	165
8.1.6 Crecimiento y endurecimiento	165
8.1.7 Experiencias de investigación en Chile	167
8.2. Reproducción Sexual	168
8.2.1 Origen de las Semillas	168
8.2.2. Conservación de semillas	169
8.2.3. Siembra en vivero	170
8.2.4 Cuidados culturales	174
8.2.5 Selección de las plantas, extracción y embalaje	177
8.2.6 Experiencias de investigación	178
8.3 Calidad Forestal de la Planta de Castaño	181
8.3.1 Hacia un estándar de calidad de plantas de Castaño en Chile	182
8.4 Mercado de las Plantas de Castaño	184
9. SILVICULTURA Y MANEJO FORESTAL DEL CASTAÑO (<i>S. Benedetti, A. Pavez, L. Barrales, M. González, C. Delard, V. Loewe</i>).	189
9.1 La Plantación	189
9.1.1 Definición del objetivo de la plantación	189
9.1.2 El diseño de la plantación	190
9.1.3 Selección del sitio de plantación	192
9.1.4 Época de plantación	193

9.1.5 Tipo de planta	193
9.1.6 Preparación del terreno	194
9.1.7 Plantando correctamente	196
9.1.8 Cuidados culturales de la plantación	198
9.1.9 Experiencia de investigación en Chile	201
9.2. Podando	204
9.2.1 Qué se busca con la poda	204
9.2.2 Técnicas de poda	205
9.2.3 Empleo y mantención de herramientas de corte	210
9.2.4 Experiencia de investigación en Chile	210
9.3 Raleando	215
9.3.1 Qué se busca con el raleo	215
9.3.2 Tipos de raleo	215
9.3.3 Cuando aplicar raleo	217
9.3.4 Técnica de raleo	218
9.3.5 Experiencias de investigación en Chile	219
9.4. Propuestas de Esquemas de Manejo para Producción de Madera	223
9.4.1 Manejo de monte bajo	223
9.4.2 Experiencia de investigación en Chile	230
9.4.3 Propuesta de esquemas de manejo de monte bajo	234
9.4.4 Manejo de monte alto	239
9.4.5 Propuesta de esquemas de manejo de monte alto	244
9.5 Análisis de Rentabilidad de la Inversión en Plantaciones Forestales de Castaño	249
10. ARBORICULTURA (<i>V. Loewe, M. González</i>).	257
10.1 Manejo de Plantaciones Forestales Mixtas	260
10.1.1 Diseño y disposición de plantaciones	263
10.1.2 Poda	265
10.1.3 Mantención del cuello de la planta a nivel del suelo	271
10.1.4 Raleos	272
10.2 Manejo Frutoforestal	273
10.2.1 El injerto alto	274
10.2.2 Podas	274
10.2.3 Raleos	274
10.2.4 Productividad frutal	276
10.2.5 Experiencias de investigación en Chile	277
10.2.6 Análisis de rentabilidad	281
11. SILVICULTURA CON APEGO A LOS PROCESOS NATURALES (<i>H. Siebert</i>).	285
BIBLIOGRAFÍA	291

PRÓLOGO

La búsqueda de nuevas opciones productivas que contribuyan al desarrollo de los distintos segmentos de productores del país, en un marco de sustentabilidad, ha sido uno de los principales objetivos del Instituto Forestal a lo largo de su trayectoria.

Es en este contexto que, con mucho agrado, presentamos esta nueva publicación: “Castaño, madera de alto valor para Chile”, el cual recoge la investigación realizada en INFOR por destacados profesionales, quienes por cerca de una década han estudiado y llevado a cabo numerosas experiencias con esta noble especie, para demostrar la rentabilidad de la producción de su madera en Chile, su adaptabilidad a las condiciones ambientales del país, el crecimiento observado en la forma de plantaciones forestales y, el mercado existente para el sector muebles, tanto nacional e internacional.

Su valor productivo está dado además por representar una opción multipropósito, pudiendo combinar la producción de madera con la obtención de productos forestales no madereros, tales como sus frutos, hongos comestibles y miel entre otros, también es posible combinarla con cultivos y/o praderas bajo esquemas agroforestales. Por otra parte, la calidad y valor de su madera no requiere de amplias superficies, por lo que es una opción productiva apta para pequeños y medianos productores. Todo esto combinado a su porte y belleza le imprimen un interesante valor social, de paisaje y de turismo.

Este libro se compone de dos partes, en la primera ilustra sobre características de la especie, su distribución y usos en su área distribución natural, en la segunda entrega antecedentes técnicos, de crecimiento, esquemas productivos y rentabilidad para desarrollar su potencial en Chile.

El Instituto Forestal, a través de investigaciones de este tipo quiere hacer un aporte a la diversificación del sector forestal chileno, incorporando nuevas especies y sistemas productivos, nuevos actores sociales y terrenos a la actividad forestal; todo ello con el objetivo de “Crear Valor Forestal para Chile”.

Marta Abalos R.
Directora Ejecutiva Instituto Forestal

P A R T E I

El castaño en el mundo



1. CASTANEA SATIVA MILL.

S. Benedetti, V. Loewe.

1.1 El género *Castanea*

El género *Castanea*, pertenece a la familia *Fagaceae*. En ella, Haya y Castaño se distinguen de las especies del género *Quercus* de la misma familia, porque en éstas últimas hay un solo involucre por cada flor femenina, el que además, no cubre en la madurez más que a una parte del fruto, mientras que en *Fagus* y *Castanea* el involucre cubre a un grupo de 2 a 3 flores femeninas y es dehiscente en su madurez. *Fagus* tiene los amentos masculinos globosos y colgantes mientras que *Castanea* los presenta largos, interrumpidos y erectos (Gandulfo et al., 2004).

Este género está compuesto por 13 especies originarias de las regiones templadas del hemisferio norte, de las cuales *Castaño*, *Castanea sativa* Mill., es la única presente en Europa. Cinco especies son originarias de Asia oriental: *Castanea mollissima*, *Castanea crenata*, *Castanea henryi*, *Castanea segunii* y *Castanea davidii*, y siete son originarias de Norteamérica (*Castanea dentata*, *Castanea ozarkensis*, *Castanea ashei*, *Castanea paucispina*, *Castanea pumila*, *Castanea floridiana* y *Castanea alnifolia* (Berrocal et al., 1998).

El porte de las distintas especies de *Castanea* es muy variable. El mayor de todos es el Castaño americano (*C. dentata*), un imponente árbol capaz de superar los 35 m de altura, con diámetro de 1 a 1,3 m y hasta 3,5 m. Esta especie, sin embargo, fue devastada por la enfermedad del cáncer del Castaño producida por el hongo *Cryphonectria parasitica*, afectando un área de 40 millones de hectáreas (Vieitez et al., 1996). Esta especie fue la de mayor aptitud forestal, presentando su fruto el menor tamaño pero a su vez el sabor más dulce.

El Castaño europeo (*C. sativa*) es el que le sigue en tamaño, pudiendo alcanzar una altura de hasta 30 m cuando crece en formaciones cerradas. Otros castaños de porte arbóreo pero de menor tamaño son *C. henryi*, *C. pumila*, *C. crenata* y *C. mollissima*. El resto de las especies de *Castanea* son de hábito arbustivo.

Castanea mollissima, conocido como el Castaño chino, alcanza 20 a 25 m de altura. *Castanea crenata*, el Castaño japonés, es menos vigoroso que *C. dentata* y *C. sativa*, y logra una altura de 15 m. Estos dos Castaños, a pesar de su menor porte, son de gran interés para la producción de fruta a nivel mundial.

1.2. Características de la Especie

El Castaño es un árbol que alcanza 20 a 22 metros de altura, sobrepasando frecuentemente los 25 m y hasta 30 m, y ocasionalmente supera los 40 m de altura. Presenta un diámetro de hasta 6-8 m y es una especie decidua y longeva, pudiendo vivir varios siglos (400-500 años), con una copa amplia y tupida (ODAFF,

1986; IPLA, 2002). Su arquitectura varía principalmente de acuerdo a la densidad del bosque. En alta densidad adquiere un hábito recto con copa piramidal (Figura N° 1), y cuando se trata de ejemplares aislados, se expande formando una copa globosa, que puede alcanzar hasta 6 a 8 m de diámetro (Berrocal *et al.*, 1998).

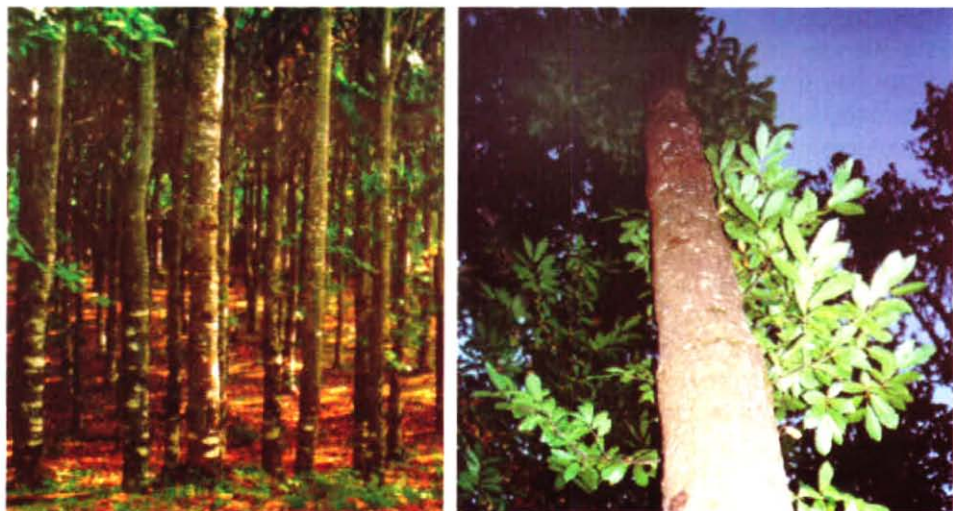


Figura N° 1. Castaños en alta densidad

Su sistema radicular es pivotante, profundizador, robusto y extendido, lo que favorece al suministro de agua edáfica en el período seco. Una vez que cesa el crecimiento en altura, pareciera que el sistema radicular deja de profundizar, potenciando de esta forma el desarrollo lateral. La alta capacidad de dar rebrotes, tanto de tocón como de raíz, aptitud que se mantiene por aproximadamente 200 años, hace que la especie se caracterice por ser longeva y por tender a formar masas puras.

Su tronco es normalmente recto, corto y grueso en los individuos injertados para producción frutal. En situaciones de alta densidad el tronco es recto y limpio, pudiendo el fuste sobrepasar los 25 m libre de ramas. La corteza es lisa, verde pardusca o pardo rojiza en los árboles jóvenes, la que se va agrisando hasta oscurecerse, espesarse y resquebrajarse en los individuos viejos. Posee hojas simples, alternas y caducas, peciolo corto y limbo oblongo-lanceolado, agudo o acuminado. Los bordes presentan dientes de sierra muy regulares, mucronados. El color de las hojas es variable según raza o variedad, siempre con diferencia acusada de tonalidad entre haz y envés. Presenta nerviación pinnada muy regular (Ruiz de La Torre, 2001).

Castano es una especie monoica, es decir, con ambos sexos en un mismo pie. Los amentos masculinos son erectos e interrumpidos, con 8 a 12 estambres exsertos y el ovario es de tipo rudimentario. La flor femenina se presenta en pequeños grupos al pie de las inflorescencias masculinas o separadas de éstas, se reúnen de 3 a 7 amparadas por una cúpula común. El fruto, es una nuez o aquenio ovoide a

subgloboso, ancho, con cicatriz de inserción en la base, pericarpio duro, lustroso de color caté. La cúpula o erizo, primero es verde y a medida que madura adquiere un tono amarillento con espinas largas (Figura N° 2); en la madurez se abre en cuatro partes, soltando generalmente 2 a 3 castañas (Berrocal *et al.*, 1998; Ruiz de La Torre, 2001).



Figura N° 2. Erizo verde de castaña

Su polinización es anemófila pero también colaboran los insectos. En Chile, la floración ocurre entre noviembre y diciembre, y la fructificación se produce entre abril y mayo, con una maduración anual de sus frutos. En general fructifica desde los 15 años, decayendo la producción a partir de los 150 años.

1.3 Requerimientos Ecológicos

Castaño es capaz de prosperar en una gran variedad de medios, lo que le confiere un marcado carácter plástico (Vieitez *et al.*, 1996). Es una especie de planicies, colinas y media montaña, siendo los principales factores limitantes para su desarrollo las heladas y la sequía.

Clima

Requiere de climas templados con estación seca corta, menor a cinco meses. Los requerimientos de frío para romper el receso invernal son bajos. La brotación se produce cuando la temperatura se mantiene constante por algunos días a 8 °C. Temperaturas menores o mayores tienden a retrasar o a anticipar, respectivamente, la brotación. Exige calor durante la época de maduración, pero no tolera calores fuertes (Sudzuki, 1997). Saavedra (1988) estima que el umbral de temperatura media que promueve la floración es de 13,5 °C. Lo dañan las heladas tardías y requiere veranos calurosos para que se desarrollen y maduren los frutos (Ruiz de la Torre, 2001).

Requiere de una precipitación media anual mínima de 700 mm, siendo la disponibilidad hídrica a menudo un factor limitante para su cultivo (Bagnaresi, 1986; Bourgeois, 1992). Tiene una necesidad mínima de lluvias de 400 a 900 mm anuales (Vieitez, *et al.*, 1996).

Es una especie heliófila; si bien la regeneración y los rebrotes crecen bien en semisombra, luego se desarrollan más rápidamente a plena luz (*Op. cit.*).

Suelo

Prefiere sustratos silíceos como granitos, cuarcitas, neises, micacitas, esquistos y rocas volcánicas ácidas. Crece mejor en suelos sueltos y profundos, sin excesiva acumulación de sales solubles, siendo muy tolerante a medios bastante desviados de las condiciones óptimas. No responde bien en terrenos muy húmedos, y no resiste suelos compactos y pantanosos (Ruiz de la Torre, 2001).

A Castaño le favorece la textura del suelo limo-arenosa, areno-limosa o areno-arcillosa y le son desfavorables las limosas finas o arcillo-arenosas. La profundidad del suelo mínima debe ser de 40 a 60 cm fácilmente penetrable por las raíces (Vieitez *et al.*, 1996).

Es una especie ampliamente acidófila pudiendo desarrollarse en pH entre 4,5 y 6,5, pero su crecimiento y estado sanitario son mejores cuando el pH está sobre 5,5 y las condiciones de nutrientes y agua del suelo le son favorables (*Op. cit.*).

Castaño es calcífugo, puede presentar clorosis y muerte cuando hay absorción importante de iones de calcio. No obstante puede crecer sobre rocas magnésicas, o en suelos formados sobre rocas calcáreas duras, que en su mayoría carecen de calcio activo (*Op. cit.*).

El agua del suelo puede ser limitante si se acumula a menos de 50 cm de profundidad provocando asfixia de las raíces y/o la proliferación de hongos. Por otra parte, el déficit hídrico causado por pérdidas o sequía estival prolongada es igualmente nefasto. La reserva de agua útil en el suelo no debería ser inferior a 100 mm (*Op. cit.*).

Altitud

En Europa las regiones tradicionales de cultivo o con presencia de Castaño se encuentran entre los 100 y 1.500 m.s.n.m, pudiendo llegar a los 1.600 m.s.n.m en la Sierra Nevada. En Georgia, Azerbeijan y Abkasia alcanza los 1.800 m de altura (Vieitez *et al.*, 1996). Los fondos de valles y las cimas le son generalmente desfavorables (Bourgeois *et al.*, 2004).

Exposición

Antecedentes del hemisferio norte indican que Castaño prefiere exposición norte, noroeste y noreste, aunque en climas poco luminosos puede desarrollarse bien en

sur y suroeste. Soporta bien el viento gracias a la flexibilidad de las ramas, pero en condiciones ventosas es menos vigoroso que en las protegidas (Vieitez et al., 1996).

1.4 Distribución Geográfica

Castaña es un árbol de la región mediterránea septentrional que se adentra en Centroeuropa y presenta avanzadas en el norte de África y en la región del Cáucaso. Su área natural abarca desde la Península Ibérica y Francia hasta la vecindad del Caspio y desde Hungría hasta Argelia y montañas mediterráneas de Marrueco (Beni Hocmar). Cultivado desde la antigüedad, ha sido plantado extensivamente por su fruto y madera, habiéndose asilvestrado en muchas regiones del oeste, centro y norte de Europa (Ruiz de La Torre, 2001). Figura N° 3.

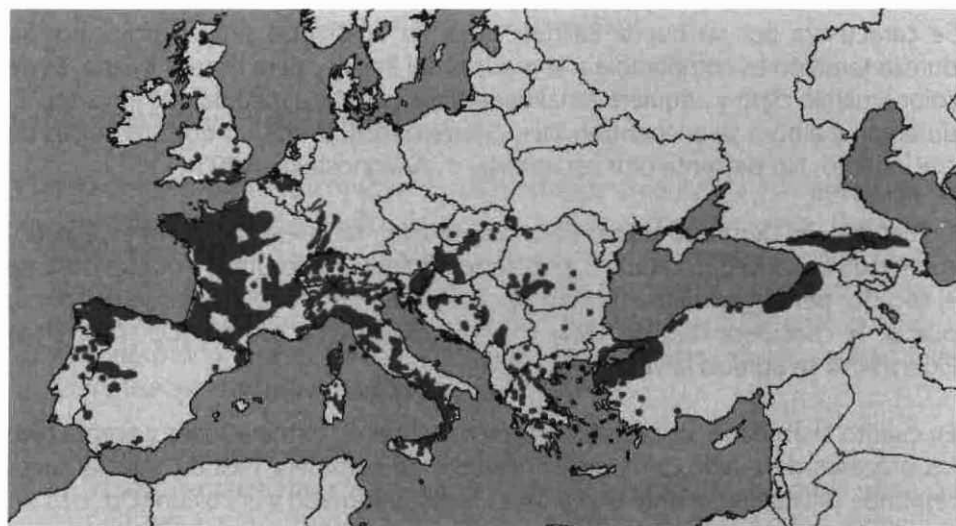


Figura N° 3. Distribución natural de *Castanea sativa*

Fuente: Fernández - López y Alía (2003)

1.5 Comportamiento Fitosociológico

Presenta una clara tendencia a formar masas puras, densas y con escasas especies asociadas, pues la abundancia de taninos en su humus excluye a muchos posibles competidores.

Las mezclas más frecuentes son con *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus suber*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*. Menos frecuente y en orden decreciente con *Quercus ilex*, *Pinus pinea*, *Quercus petraea*, *Quercus pubescens*, *Pinus halepensis* y *Quercus faginea* ssp. *alpestris*. Compañeros frecuentes de Castaño son: *Alnus glutinosa*, *Rhamnus frangula*, *Fraxinus angustifolia*, y en los claros *Crataegus monogyna*, *Sarothamnus vulgaris*, *Ulex europaeus*, entre otros (Ruiz de la Torre, 2001).

1.6 La Madera

La madera presenta buenas características tecnológicas y de durabilidad, y se destina a múltiples usos, tales como muebles, construcción, artesanía, implementos agrícolas e industriales. De ella se obtienen productos para revestimientos interiores, chapas decorativas, muebles, parquet, estacas y otros productos. Además el duramen contiene un 10-12% de taninos, constituyendo su extracción la industria taninera más importante de Europa (Loewe *et al.*, 1994), aunque debe considerarse que la extracción industrial de taninos y la fabricación de tableros son rentables sólo dentro de un radio de distancia limitado a la planta (IPLA, 2001).

Es liviana a semipesada, elástica y fácilmente hundible, moderadamente durable a la intemperie y en condiciones de humedad prolongada (*Op. cit.*).

Se caracteriza por su buena calidad y por su apariencia similar al Encino. Su dureza también es comparable a la madera del Encino, pero es más liviana. Es de color amarillo claro y adquiere tonalidades más oscuras a medida que envejece. El duramen y albura se encuentran bien diferenciados, lo mismo que sus anillos de crecimiento. No presenta olor característico (Anagnostakis, 1995).

En general, es de grano recto, pero ocasionalmente presenta grano espiralado, sobretudo en individuos adultos, pudiendo originarse torceduras y grietas durante el secado, pero habitualmente sólo se presentan contracciones pequeñas, por lo que se le considera fácil de secar y dimensionalmente estable (*Op. cit.*). En la Figura N° 4 se aprecia la veta de Castaño.

En cuanto al acabado, el Castaño proporciona buenas terminaciones y acepta bien los procesos de teñido, pintado y encerado. Se considera fácil de trabajar, pues responde satisfactoriamente al cepillado, lijado, perforado y encolado (*Op. cit.*).

Es muy resistente a la ruptura y al impacto de cargas, posee características físico-mecánicas similares a las del Cedro y a las maderas rojas. Se le clasifica como una madera semidura, de fibra fina y textura heterogénea. La madera de Castaño es medianamente pesada y flexible, fácil de partir y posee un nivel de elasticidad más bien bajo. Presenta alta durabilidad natural frente al ataque de hongos, pero es susceptible a la acción del escarabajo del mueble (Stihl Service, 1998¹). El proceso de impregnación por vacío resulta difícil de aplicar en esta especie debido a su alta concentración de extraíbles (Anagnostakis, 1995).

A nivel mundial, la madera de Castaño es reconocida por su color claro y bastante uniforme, con una marcada veta que le confiere un aspecto superficial muy agradable. El Castaño es una de las maderas de mayor versatilidad, no obstante la madera proveniente de bosques de monte bajo en Italia es poco apreciada debido a la mala forma, a la acebolladura y a la excesiva nudosidad (Macchioni y Pividori, 1996).

1. Stihl Service. 1998. <http://www.stihl.com/cgi-bin/baumlexikon/baum.idc?baumnr=124>

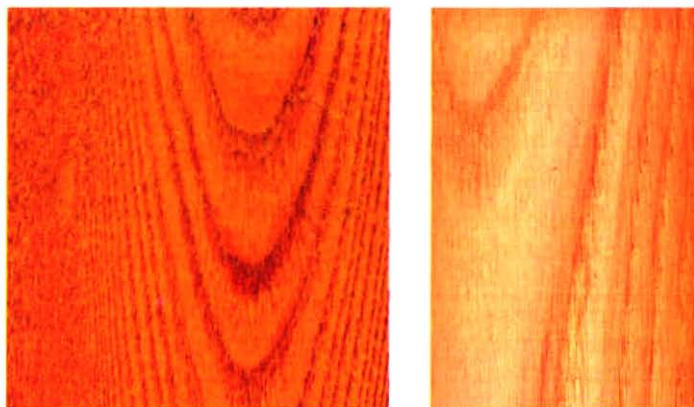


Figura N°4. Veta de madera de Castaño

Fuente: Brunetti y Macchioni (2002).²

Características y clasificación

- Características macroscópicas: madera blanco-amarillenta. Al envejecer se hace más intenso el amarillo, llegando a tomar el color oro viejo. Duramen y albura bien diferenciados, semipesada, semidura, con líneas oscuras en sentido 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 (AITIM, 1965).
- Características microscópicas (sección transversal):
 - a) Vasos: de diámetro muy variable (50-300 micrones). Los de la zona de primavera están dispuestos en bandas concéntricas de dos o tres elementos y son de gran diámetro. Los de la zona de verano son de menor diámetro, que van disminuyendo hasta el límite terminal del anillo anual. Número máximo por mm² entre 50-69.
 - b) Radios leñosos: unicelulares, finos, numerosos, de una sola clase. Entre 10 y 15 por mm.
 - c) Fibras: poligonales, numerosas en la zona de primavera y rectangulares alargadas en sentido tangencial al radio en la de verano.
 - d) Parénquima: metatraqueal difuso y paratraqueal vasicéntrico parcial.
 - e) Contenido celular: vasos generalmente limpios, aunque presenta tilosis. En las células de algunos radios hay alojadas sustancias protoplasmáticas solidificadas, así como en algunas células de parénquima.
- Características físicas: las características físicas de la madera de Castaño se resumen en el Cuadro N° 1.

2. Brunetti, M.; Macchioni, N. 2002. Arboricoltura e qualità del legno. Presentación Marzo 2002. INFOR, Valdivia, Chile.

Cuadro N° 1. Características físicas de la madera de Castaño

Característica	Valor
Densidad normal 12%	0,6
Contracción lineal:	
Contracción tangencial total	4,92
Coef. contracción tangencial	0,17
Contracción radial total	3,21
Coef. contracción radial	0,11
Contracción volumétrica:	
Contracción volumétrica total	8,2
Coef. Contracción Volumétrica.	0,31
Punto de saturación	28
Dureza	
Dureza radial N	2,11
Cota dureza radial N/D2	
Dureza tangencial N'	5,75
Cota dureza tangencial	2,05
N/12	6,74

Fuente: AITIM (1965)

- Características mecánicas: las características mecánicas se detallan en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2. Propiedades mecánicas de la madera de Castaño

Propiedades	Valor
Compresión axial (Kg/cm ²)	558
Compresión radial (Kg./cm ²)	69
Compresión tangencial (Kg/cm ²)	90
Flexión dinámica: trabajo unitario (Kg./cm ²)	0,44
Flexión estática carga v.	1.441
Módulo de elasticidad E	116,0
Tracción perpendicular fibras (Kg/cm ²)	24

Fuente: AITIM (1965)

El Cuadro N° 3 indica valores para distintas propiedades físico-mecánicas del Castaño, según la norma americana ASTM.

Cuadro N° 3. Propiedades físico-mecánicas de madera de Castaño según norma ASTM D 2555-70

Propiedad	Unidad	Contenido de humedad	
		Verde	Seco
Densidad básica	g/cm ³	0,40	0,43
Flexión, módulo de ruptura	MPa	38,6	59,3
Flexión, módulo de elasticidad	MPa	6.412	8.480
Flexión, carga máxima	plg-lb/plg ³	7,0	6,5
Impacto de flexión (impacto de caída, causando deterioro completo)	cm	60,9	48,3
Compresión paralela a la fibra (máxima fuerza de ruptura)	MPa	17,0	36,6
Compresión perpendicular a la fibra (tensión de fibra en el límite proporcional)	MPa	2,13	4,27
Abertura paralela a la fibra (máxima fuerza de abertura)	MPa	5,51	7,44
Tensión perpendicular a la fibra (máxima fuerza de tensión)	MPa	3,03	3,17
Dureza (carga perpendicular a la fibra)	kilos	190	245

Fuente: Forest Products Laboratory, 1987.

2. ORIGEN E HISTORIA

S. Benedetti.

Existen distintas teorías sobre el origen del género *Castanea* y la etimología de su nombre, así como múltiples fuentes de información, desde estudios arqueológicos, paleobotánicos, históricos y de literatura. Algunos realizados exclusivamente desde un punto de vista botánico y del origen de la especie, y otros referidos a la interrelación con el hombre y la evolución de su cultivo.

Según antecedentes paleobotánicos, el género *Castanea*, presente actualmente con trece especies en América del norte, Europa, China, Corea y Japón, procede de especies cuya área de distribución durante el terciario era muy grande.

La monografía de Camus editada en 1929, menciona que ancestros del género *Castanea* y *Castanopsis*, estaban presentes desde la era Terciaria en América y Europa hasta la zona del Ártico (Bourgeois *et al.*, 2004).

Entre fósiles de la flora ártica de Groenlandia septentrional y de Alaska, pertenecientes al terciario medio, Camus indica la presencia de restos de un Castaño, *Castanea ungeri* Heer, que se considera como antepasado del actual Castaño europeo, *Castanea sativa* (Vieitez *et al.*, 1996).

De acuerdo a estudios palinológicos (análisis de polen fósil) del periodo cuaternario, el rango natural de Castaño según Krebs *et al.* (2004, citado por Conedera *et al.*, 2004), está limitado a seis macroregiones con hábitat microambientales favorables dispersos, probablemente permitiendo a limitadas poblaciones de Castaño sobrevivir el principal evento glaciario:

- Una extensa área alrededor de la costa sur del Mar Negro, con un centro principal en las laderas sur del Cáucaso y un centro secundario en el Bósforo, probablemente incluyendo el sur este de Bulgaria.
- Un área con un centro bipartito en el sur y centro de Italia, extendiéndose a lo largo de un cinturón cordillerano entre la costa tirrena y los Apenninos, con una posible extensión al norte en los Apenninos ligures, la región de Cúneo, de la región de Emilia Romagna y quizás también el departamento Isère en Francia.
- Los cerros de los pre-Alpes este desde el lago de Grada en el noreste de Italia.
- El área norte de Iberia, centrados en la región de colinas de la costa Cantábrica, desde los Picos de Europa en Asturias hasta el lado francés de la región Vasca, con un centro secundario compartido entre Galicia y el norte de Portugal.
- La península Balcánica con un centro en el sur de Grecia y otro disperso en macedonia y suroeste de Bulgaria.
- Un área en el Este cercano centrado en las colinas de la costa mediterránea en el noroeste de Siria y posiblemente extendido hacia el Líbano

Las glaciaciones obligaron a la especie a hacerse más meridional, refugiándose en zonas de la cuenca mediterránea, en las que no fue destruida por la época glacial

(Vieitez et al., 1996). Datos palinológicos de sedimentos cuaternarios sobre todo en las zonas periféricas de la mitad norte de la península Ibérica, han revelado que esta especie formaba parte de la flora de aquella época, las cuales se habían refugiado del clima frío reinante en Europa como consecuencia de las glaciaciones, período durante el cual algunos sectores de la península Ibérica habría sido un territorio de resguardo para estas especies.

Las zonas más importantes de refugio en España serían la provincia de Gerona y los territorios Cántabro-atlánticos. En estos lugares su conservación estuvo a buen resguardo ligada a la del resto de frondosas integrantes del bosque mixto y en relación con la existencia de terrenos ácidos hacia los que muestra una marcada preferencia. En Francia fueron zonas de refugio Córcega, el macizo de Maures y Perigord (Bourgeois et al., 2004).

En el viejo continente esta Fagácea, sobreviviente a las últimas glaciaciones en las regiones calidas del Mediterráneo, se expandió primero como esencia espontánea en medio a otras especies arbóreas de climas templados tales como el Roble, y luego por obra del hombre más allá de su área natural de distribución y no siempre en las condiciones ambientales más favorables (Bounus, 2003).

Algunos arqueólogos mencionan la presencia de castañas, junto a las bellotas y otras bayas en el Paleolítico. Esta teoría ha sido confirmada por algunos botánicos, quienes se basan en que *Castanea* se clasifica entre las subespecies Fagáceas, que corresponden a plantas derivadas del Haya, del Roble y de la Encina. Según lingüistas, la palabra "faga" es de etimología neolítica indoeuropea, en la raíz monosílaba *bhag, que, en principio significó 'comer'. Luego, de la misma raíz, surgió el griego phagós ('comestible') y el latín fagus.

Por otra parte, tradicionalmente se ha creído que Castaño fue introducido a Europa exclusivamente por el cultivo del hombre, y se asigna un rol fundamental en este hecho a los romanos, quienes habrían diseminado la especie como parte de su estrategia de conquista, llevándola fuera de la cuenca mediterránea, llegando a ser cultivada incluso al norte de Alemania y el sur de Suecia.

Durante la colonización de la región del Mar Negro, Egeo y Jónico se cultivó el Castaño y muchas de las selecciones que se hicieron en esos tiempos se expandieron hacia Grecia e Italia. En cuanto a la introducción romana del Castaño, se piensa que no es tal, y que habrían sido los griegos los primeros en cultivarlo, y quienes transmitieron, por tanto, el Castaño de Asia Menor a Europa hacia Italia principalmente, y posteriormente los romanos lo habrían introducido en el resto de su imperio.

Un trabajo notable que da cuenta del manejo y cultivo del Castaño, entre otras especies, por parte de los griegos es el de Theophrastus, del siglo III A.C., en él se confirma la existencia de desarrolladas técnicas de silvicultura y arboricultura. El autor dedica varios pasajes a la diferencia entre los árboles cultivados y los árboles naturales, técnicas de propagación, y el tiempo más adecuado para la corta (Conedera et al., 2004).

Entre los siglos XIII y XIV esta especie comenzó crecientemente a reemplazar los árboles de Roble, árbol de crecimiento natural que ocupaba grandes extensiones de bosques. Desde el siglo XIV el Castaño comenzó a tener una particular importancia a nivel local como atestiguan numerosos estatutos comunales, el cual constituyó por siglos un elemento importante en la economía local (Bounus *et al.*, 2000).

Pitte (1986, citado por Vieitez *et al.*, 1996 y Bourgeois *et al.*, 2004) afirma en su tesis que el Castaño no existió en Europa occidental sin la intervención del hombre, y que probablemente, al estado natural existió como especie frutal diseminada en los bosques franceses, pero no como especie social como es el Roble. Su teoría se basa en que los análisis polínicos de los materiales anteriores al siglo XVI y los actuales hacen pensar que el Castaño no era abundante en esa época. Bourgeois (1992) apoya esta teoría basándose en que los Galos veneraban el Roble como árbol alimenticio, si el Castaño, considerado el “árbol del pan”, hubiese sido abundante, no se explica la ausencia de culto de estos pueblos hacia la especie, lo que prueba que este árbol no era común.

El mayor interés en manejar el Castaño para la producción frutal probablemente fue desarrollado después del periodo del imperio romano y se puede asociar con estructuras socioeconómicas de la época medieval (Conedera *et al.*, 2004).

Respecto a su importancia frutal, como detonante de la diseminación de la especie en Europa, también hay dudas, varios autores piensan que fue introducido por necesidad como apoyo a las viñas. Bourgeois *et al.* (2004) mencionan que los romanos lo habrían introducido en Italia en plantaciones a alta densidad y manejado como Monte bajo a causa del desarrollo de la vitivinicultura, luego lo habrían llevado a la Galia con el mismo objetivo. Dichos autores mencionan que la Edad Media fue el primer periodo de plantación forestal a gran escala en Italia, Francia y España, donde los castañares a alta densidad fueron manejados muy bien antes de dominar los huertos frutales.

En Francia el Castaño cobra importancia cerca del año 1000, época en que las órdenes monásticas, comienzan a jugar un rol preponderante, porque los monjes, propietarios de numerosas posesiones, incitan a la población a rozar, plantar e injertar Castaño, si bien el rol que le pretendieron dar no está muy claro. De esta forma poco a poco se fueron constituyendo los primeros vergeles (Suavezon *et al.*, 2000). Este es el origen de los bosques de Castaños alrededor de París: St Germain-en -Laye, Fontainebleau, Versailles, Compiègne, Montmorency (Bourgeois *et al.*, 2004).

Un primer periodo de expansión del Castaño en Europa ocurrido en la Edad Media, (S. XVII y XVIII), se debe a las favorables condiciones climáticas y está ligado a periodos de expansión demográfica (Suavezon *et al.*, 2000; Conedera *et al.*, 2004). El cultivo del Castaño para la producción regular de frutas requiere entre 8 a 10 años, lo que necesita una población estable, por estas razones las grandes plantaciones comenzaron al final de las guerras y de las grandes epidemias de la Edad Media.

Los Castaños injertados y plantados en las colinas y montañas permitían mantener a la población ubicada en los terrenos planos sin riesgos de hambruna, debido a que considerando iguales superficies, el Castaño produce más calorías que los cereales, en condiciones de terrenos con pendientes y suelos pobres (Suavezon *et al.*, 2000).

Entre los siglos XVI y XVII hay una diversificación del Castaño, apareciendo variedades montañosas, siendo seleccionadas probablemente para la producción de madera. En efecto, una de las particularidades de la economía del Castaño en las montañas fue la realización de plantaciones a gran distanciamiento con fines de doble propósito, fruto y madera para la construcción (Bourgeois *et al.*, 2004). Ejemplos de estos bosques quedan aún en Toscana, Galicia, Tras-os-Montes y Aveyron y Cévennes.

El Castaño como huerto frutal o plantación de doble propósito, era más importante en las propiedades campesinas que en la de los nobles o las comunidades religiosas. De ahí nace la imagen del Castaño como el “pan de los pobres”.

De esta forma el Castaño es un árbol que se identificó con la cultura, costumbres, economía y a veces religión de los pueblos. El Castaño fue codiciado por sus frutos, desde que el hombre dejó de ser cazador y se convirtió en agricultor (Vieitez *et al.*, 1996). Durante algunos periodos históricos en varias regiones de Europa el cultivo del Castaño comenzó a ser tan dominante e indispensable para la sobrevivencia de los pueblos de montaña que algunos autores no han vacilado en identificar estas culturas como “civilizaciones del castaño” (Gabrielli, 1994, citado por Conedera *et al.*, 2004).

En España, sobretudo en Galicia ha existido desde siempre una vinculación muy cercana al Castaño; ya en los siglos X y XI se constata el importante rol de este árbol en su cultura. Existen documentos que relatan las colonizaciones hechas en esa época por los frailes benedictinos de Celanova en las tierras de A Limia, Verín y Ramirás, en las que introducían al mismo tiempo el cultivo del vino y la plantación de nuevos soutos o castaños. Los documentos más significativos son sin duda los contratos forales, en los que los señores monásticos concedían una tierra a un forero con la expresa obligación de “hacer, chantar o poblar un souto”. En otras ocasiones los señores incluso exigían que se “planten o hagan castañas” en tal o cual sitio, es decir, utilizaban el nombre del fruto y no del árbol, lo que no deja de ser indicativo de dónde radicaba el mayor interés por el cultivo de esta especie.” (Texto: Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación (BOE 56 de 7/3/2006) Resolución de 7 de febrero de 2006, de la Dirección General de Industria Agroalimentaria y Alimentación, por la que se da publicidad a la solicitud de registro de la indicación geográfica protegida “Castaña de Galicia”³).

Más avanzados en el tiempo, el químico francés M. Michel, inventa en 1820 un procedimiento para teñir la seda a partir de extractos vegetales, en particular del Castaño que contiene de 5 a 7% de taninos. Cuando se descubrió cómo neutralizar el efecto colorante, la producción de taninos cobró importancia y

3. <http://www.boe.es/boe/dias/2006/03/07/pdfs/A09306-09308.pdf>

comenzó la explotación del Castaño para curtir cuero. A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX aparece en distintos países de Europa la enfermedad del cáncer de la corteza, producida por el hongo *Endothia parasitica*, el que provoca la muerte del árbol. Esto representó una oportunidad para la industria de curtiembre ya que los viejos castaños afectados por el cáncer de la corteza fueron objeto de cortas masivas. Esta industria tuvo una larga duración, en 1965, 40 mil toneladas de taninos de bosques de castaños fueron procesados en Córcega y Cévennes, representando en cada región entre 600 a 1.000 ha cortadas. Esta era una operación tentadora para los propietarios de bosques de Castaño ya que la ganancia obtenida por un árbol representaba 18 cosechas de fruta (Suavezon et al., 2000).

Conjuntamente a estos desarrollos, comienza la declinación del Castaño, proceso que de acuerdo a Suavezon et al. (2000) y Bourgeois et al. (2004), se inicia en siglo XVIII, y entre las razones que afectan y disminuyen su extensión, importancia y uso, se citan:

- Inviernos muy fríos que afectan la producción de castañas y son reemplazadas por los cereales en la alimentación.
- La llegada del cultivo de la papa
- La aparición y difusión de parásitos fungosos como *Phytophthora cambivora* causante el mal de la tinta y *Endothia parasitica* causante del cáncer de la corteza. Entre ambos provocaron el desecamiento y la muerte de grandes superficies de Castaño.
- La extracción de taninos.
- El desarrollo de las comunicaciones, la construcción de vías para el tren e infraestructura caminera.
- El éxodo rural, debido entre otros al desarrollo de la sociedad industrial. Esto implica una disminución de la mano de obra y superficie para su cultivo y manejo para la construcción de grandes industrias.
- Las grandes guerras mundiales que contribuyeron a despoblar los campos.
- La llegada de la agricultura moderna.
- El creciente bienestar de la población que llegó incluso a las áreas montañosas y redujo la importancia alimentaria de la castaña.

Desde finales del siglo XX, el Castaño y los castañares han recuperado interés en Europa, en consideración a su valor económico como productor de madera y fruta, paisajístico, turístico-recreativo y cultural, sin dejar de lado el rol como protector de suelos, pero sin duda el motivo de mayor peso en la revalorización del Castaño a nivel mundial se debe a su fruta, la castaña, con importantes mercados en Asia, Europa, Estados Unidos.

3. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y TENDENCIAS

V. Loewe, S. Benedetti.

En el último cuarto del siglo XX una progresiva revalorización de los recursos naturales de acuerdo a los principios de las políticas de agricultura sustentable ha sido considerada en muchos países del mundo, y el manejo de Castaño, para madera y producción de fruta, está siguiendo estas líneas guía. Especialmente en Europa los bosques de Castaño están siendo revalorizados no solo por la producción de fruta y madera, sino que también por su rol en el paisaje y la calidad de vida (Bounous, 2005).

En Europa las plantaciones de fruta han sido abandonadas en gran parte debido a la disminución de la población en las zonas montañas, y a las enfermedades fungosas graves que aquejan la especie. Sin embargo, en muchos países europeos y no europeos en que se cultiva el Castaño hay una revalorización del fruto por sus características nutricionales, lo que ha conllevado a nuevos desarrollos e innovaciones de procesamiento para la generación de productos tales como congelados, frutas secas, harina, marrón glacé, cremas y pastas, hojuelas, cerveza y licor.

Otros productos interesantes que proviene del Castaño son; la miel, de color ámbar, aromática y no muy dulce; hongos comestibles, los que representan un importante aporte económico en forma periódica de su cultivo y con un también importante mercado a nivel internacional.

Es necesario indicar el aprovechamiento agroforestal de Castaño, donde los beneficios económicos se obtienen además por la asociación con otros cultivos.

En Córcega, España y sur de Italia se usan castañas en la alimentación de cerdos con el objetivo de obtener un salame de alta calidad (Bounous, 2004).

Respecto a otros usos no forestales del Castaño, cabe mencionar sus propiedades astringentes (contrae los tejidos y disminuye la secreción de las mucosas) que lo hacen útil en casos de diarrea y afecciones de la boca y la garganta. También es antitusivo o béquico (calma la tos y la irritación de la faringe). Se emplea la corteza y las hojas, aunque algunos autores también incluyen los amentos (flores). En casos de tos, tos ferina y afecciones de boca y garganta se usa una decocción (decocción: se prepara con 1 cucharadita de hojas y 1 de corteza o bien 2 cucharaditas de hojas por tacita. Hervir 10 minutos, colar y endulzar con azúcar o miel), en enjuagues o gargarismos. El consumo de castañas está especialmente indicado para personas con artritis y en dietas para hipertensos y enfermos cardíacos⁴.

La madera se produce mediante el manejo de plantaciones o bosques de monte bajo, en rotaciones de 30-50 años, con raleos intermedios (Mori, 1999). La

4. <http://www.vivelanaturaleza.com/botanica/castano.php>.

mayoría de estas plantaciones, que un tiempo se usaban para producir postes para la vitivinicultura, se encuentran envejecidas, aunque aún se siguen utilizando en parte (IPLA, 2002).

En Europa su madera se usa para la producción de palería y vigas, tablas para muebles y pisos, pero en algunas zonas su uso se ve impedido por la presencia de la "acebolladura", un defecto grave de la madera, de causas desconocidas, que consiste en la separación de los anillos de crecimiento de dos años consecutivos, lo que impide el aserrio y su utilización (*Op. cit.*). Cada vez más se usan postes en las obras de ingeniería naturalística. Su leña es poco idónea a la combustión en estufas tradicionales, a menos que se laven los taninos presentes, partiéndola y dejándola al aire libre.

La madera, principalmente obtenida de bosques de monte bajo, está generalmente conformada por un 60% de madera, de la cual el 10% corresponde a madera de alta calidad, el 40% restante corresponde a leña. Aproximadamente el 40% del valor total se deriva de la madera de primera calidad (Robin, 2002, citado por Bounous, 2004).

De las fibras de su madera se extraen taninos usados en el curtido de pieles valiosas; en el pasado se empleaban también para el curtido de redes de pesca. Los residuos de este proceso pueden emplearse en la elaboración de paneles (Mori, 1999).

En Europa, su futuro como especie forestal está limitado por los problemas fitosanitarios que la afectan. No obstante lo anterior, puede ser manejada tanto como monte alto como en monte bajo, esperando cosechar madera que no presente acebolladura. Por esta situación se prevé que será reemplazada por especies menos amenazadas en espera de una renovación de su cultivo en los sitios donde se adapta bien (Lanier, 1994).

Según Petenella, citado por Bounous (2004) el incremento de la demanda por productos ambientalmente amigables es una fuerte orientación que está teniendo una influencia positiva en el mercado de la madera de Castaño.

Considerando criterios más amplios, se consideran como efectos benéficos de su cultivo los siguientes, que van cobrando cada vez mayor importancia a nivel europeo (Tagliaferri *et al.*, 2002):

- Cobertura vegetal agroforestal muy amplia;
- Protección hidrogeológica del suelo;
- Mantención de la biodiversidad;
- Regulación del clima y del flujo de aguas;
- Control del territorio;
- Permite la permanencia de la población en comunas rurales montañas;
- Garantía de una mejor calidad de vida y del ambiente;
- Protección de los bosques;

- Factor de valorización de la montaña;
- Proporciona productos alimenticios biológicos y de calidad, así como madera de calidad y leña;
- Árbol multifuncional apto a diferentes situaciones agrícolas y socioeconómicas;
- Función anti-estrés para el hombre moderno encerrado en ciudades contaminadas;
- Vestigio de la cultura del Castaño y la pobreza, y redescubrimiento de la "Civilización del Castaño";
- Estética del paisaje;
- Atracción por ejemplares monumentales;
- Oferta agro turística y recreativa de amplios espacios arbolados;
- Posibilidad de itinerarios histórico culturales y etno-gastronómicos.

Según Bounuos (2004), la industria del Castaño tiene un tremendo desafío en el tercer milenio, en relación a desarrollar sistemas integrados de producción sobre bases científicas con miras a incrementar la demanda de castañas, madera y de los otros productos y externalidades ligados a los bosques de Castaño. Tanto en nuevas plantaciones como en bosques recuperados, el futuro del Castaño depende de la calidad de sus productos y de la capacidad para evaluar el potencial de productos en base a material bruto y procesado, de todos los recursos y servicios alrededor de este único árbol.

Por la abundante producción de polen y néctar, el Castaño es una especie muy visitada por las abejas, que producen una miel oscura y aromática, de cristalización media (IPLA, 2002).

Su uso como árbol urbano es factible, con una longevidad en estas condiciones de 150-200 años (Lanier, 1994).

4. PRINCIPALES TEMÁTICAS DE INVESTIGACIONES

S. Benedetti, V. Loewe.

A nivel internacional

Castaño es una especie que ha sido ampliamente investigada, ya sea por su importancia económica por la producción de fruta, la producción de madera como también por su valor cultural y paisajístico, pero quizás sean las enfermedades que han afectado a los castaños los elementos que han detonado la necesidad y mayor interés de investigar para recuperarlos. El cáncer en Estados Unidos fue una verdadera catástrofe en la primera mitad del siglo 20 que arrasó en un breve tiempo millones de hectáreas de castaños americanos. En Europa, la enfermedad de la tinta, que si bien afectó a casi todos los castaños, se propagó más lentamente y sin llegar a extinguirlos como fue el caso americano.

La obtención de castaños resistentes a estas enfermedades utilizando técnicas genéticas, fue una prioridad. Trabajos comunes en varios países fueron el enraizamiento de individuos resistentes. Posteriormente comenzaron los trabajos de hibridación (en 1922 en Estados Unidos y en 1904 en Francia), acompañados además de trabajos cooperativos entre distintos centros y países. Estos hechos dieron origen a instituciones privadas y públicas orientadas a coordinar los programas de mejora en Castaño. Es así como en 1950 la FAO crea la Comisión Internacional del Castaño, en Estados Unidos surgieron la Fundación Americana del Castaño, la Asociación de Colaboradores del Castaño Americano y el Centro Nacional del Castaño; en Canadá el Consejo Canadiense del Castaño; en España el Plan de Mejora y Recuperación del Castaño. Con ello surgieron también distintas instancias a niveles nacionales e internacionales para difundir los avances de la investigación como Congresos, Conferencias y Simposios.

El Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán, España, ha desarrollado individuos híbridos resistentes al ataque de *Phytophthora*; cuenta con más de 12.000 cepas resistentes a este hongo. De acuerdo a análisis en terreno realizados en distintas provincias de España, se concluyó que no existe relación entre la edad del arbolado y su condición sanitaria. Sin embargo, los lugares más afectados por la Tinta presentan en el suelo altos valores de acidez y de niveles de fósforo total, con menores concentraciones de nitrógeno, manganeso y materia orgánica. En cambio, rodales que se encuentran libres de malezas y están en condiciones húmedas y frescas, presentan mejores condiciones (Berrocal *et al.*, 1998).

En el ámbito europeo hay un gran número de investigaciones principalmente sobre la producción frutal pero también sobre aspectos silvícolas, especialmente en Italia, Francia, España, Portugal, Suiza e Inglaterra. Sobre silvicultura en Francia hay una línea de trabajo muy consolidada sobre producción, biomasa y ciclos biogeoquímicos; en España los primeros trabajos, desde 1943, comenzaron en el Centro regional de Enseñanza, Investigaciones y Experiencias Forestales de Lourizán, en Pontevedra, con Ernesto Vieitez, quien priorizó su trabajo en la defensa

de la especie contra las enfermedades que aquejan a Castaño, especialmente el mal de la tinta, a través de la obtención de híbridos con especies resistentes del mismo género.

Posteriormente, en el ámbito de la silvicultura y la producción forestal, se han ido incorporando otras temáticas tales como propagación vegetativa, aspectos fitosanitarios, genética y selección de clones, y en menor medida estudios climáticos, edáficos, fitosociológicos, productividad y esquemas de manejo. También se han incorporado a la investigación sobre Castaño otros países tanto de Europa como de otros continentes y entre ellos Chile.

En Europa (Italia, Francia, España y Grecia), entre los años 2000 y 2003 se desarrolló el proyecto CASCADE, acrónimo de su nombre "*Securing gene conservation, adaptive, breeding potencial and utilization of a model multipurpose tree species (Castanea sativa) in a dynamic environment*", cuyo objetivo fue proveer la información necesaria para el resguardo de la especie, que ha sufrido a causa de la domesticación, ataques de hongos y ciertas prácticas silviculturales, y que está en riesgo por el cambio climático. En particular se abocó a caracterizar la variabilidad de las poblaciones Europeas (silvestres y cultivadas), usando marcadores moleculares y rasgos adaptativos, incluyendo la tolerancia a la sequía y la resistencia a *Phytophthora*. Con ello se identificó material valioso genéticamente, se proporcionaron guías para su conservación y se facilitó su uso para el mejoramiento genético. Se modelaron aspectos socioeconómicos de la conservación y utilización del Castaño (*European Commission*, 1999).

El interés que ha despertado esta especie se relaciona además con la tradición y cultura, sobre todo en Europa. Así, otros aspectos importantes de investigación son los de paisajismo y recuperación cultural, y por supuesto todo lo relacionado a la producción frutal, donde el género Castaño y las principales especies frutales tienen una gran importancia económica.

A nivel nacional

En Chile, al igual que en otros países la mayor investigación se ha realizado en el tema frutal, destacando en este sentido los trabajos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, con la introducción de variedades de alto valor frutal.

En el ámbito forestal han desarrollado investigaciones la Universidad Austral, la Universidad de Concepción y el Instituto Forestal, INFOR, siendo este último el que ha logrado desarrollar una importante línea de investigación forestal sobre la especie. Entre las investigaciones de INFOR se pueden citar:

- "Silvicultura de especies no tradicionales, una mayor diversidad productiva", financiado por FIA, iniciado el año 1995 y finalizado el año 2003. Obtuvo resultados sobre diferentes aspectos del manejo de la especie, principalmente referidos a la arboricultura, los que se incluyen en este documento en los

diferentes capítulos, incluyendo información técnica descriptiva de aspectos generales de crecimiento, uso, y su adaptación en Chile.

- “Diversificación de plantaciones forestales con especies de interés económico”, ejecutado entre los años 1997 y 2000, y financiado por FONDEF. Tuvo por objetivo el fomento de la diversificación de especies en plantaciones forestales entre las regiones VII del Maule y X de los Lagos, mediante la forestación de terrenos que presentaban baja rentabilidad, con el fin de mejorar las condiciones de sostenibilidad biológica y ecológica del sector. Sus principales productos corresponden a la selección de tres especies de alto valor comercial: Castaño (*Castanea sativa*), Roble rojo americano (*Quercus palustris*) y Ciprés torulosa (*Cupressus torulosa*); elaboración de monografías y folletos divulgativos; mapas de áreas potenciales de las especies; ensayos instalados entre la VII del Maule y X de Los Lagos; estudios de mercado; evaluador económico; funciones de crecimiento; simulador de trozado; y scanner tecnológico para determinar distintas opciones de elaboración.
- “Hacia el desarrollo del Castaño Forestal en Chile”, actualmente en ejecución desde el año 2003, financiado por FONDEF. Tiene por objetivo el incrementar la productividad de plantaciones de Castaño en Chile a través del desarrollo de individuos forestales superiores. Sus principales resultados corresponden a: estándar de planta forestal de Castaño para fines madereros; técnicas de poda, raleo y manejo de rebrotes, para mejorar la productividad forestal a través de la disminución de la rotación y el aumento de la calidad de la madera; y utilización del fruto de bajo calibre en alimento animal y material de reproducción de calidad obtenida por macro y micropropagación para la masificación de las plantaciones productivas.
- “Uso de herramientas biotecnológicas para aumentar la rentabilidad de plantaciones de Castaño en la VIII región”, financiado por INNOVA Bio-Bio y FIA, en ejecución desde el año 2004 hasta el año 2007. Su objetivo es generar material seleccionado de árboles superiores de Castaño destinados a la producción forestal, mediante el cultivo in Vitro, e inocularlas con hongos micorrízicos comestibles de alto valor. A la fecha se han generado plantas in vitro de Castaño y se han establecidos unidades demostrativas con plantas inoculadas con hongos comestibles nativos como *Boletus loy*, *Morchella* sp, y hongos exóticos como *Boletus edulis*, *Boletus pinicola* y *Boletus aereus* y *Tuber aestivum* de alto valor comercial.
- “Harina de Castaña: valorización del fruto de bajo calibre”, financiado por FIA y ejecutado entre el año 2004 y 2005. Su objetivo fue buscar algún aprovechamiento comercial a la fruta obtenida en plantaciones forestales, que no encuentran mercado por no ser de variedades frutales. Para ello el estudio se centró en caracterizar y dimensionar el negocio potencial de la harina de castaña para consumo humano en Chile y algunos mercados externos, conocer el mercado de la harina de castaña para consumo humano en Europa y Estados Unidos y analizar la situación y perspectivas del consumo y comercialización de la harina de castaña de Chile en el mercado nacional e internacional.

En relación a la promoción de plantaciones forestales de Castaño, tanto el Instituto Forestal como la Corporación Nacional Forestal, CONAF, han invertido esfuerzos en ello.

INFOR a través de la difusión y transferencia de resultados de sus proyectos de investigación y específicamente a través del proyecto "Posicionamiento del Castaño como una opción productiva real", ejecutado entre los años 2001 y 2002, y financiado por FONDEF, despertó el interés de productores por la opción productiva forestal Castaño. La propuesta consistió en la implementación de una estrategia de transferencia tecnológica, cuyo objetivo fue promover y difundir la opción de plantación forestal en base a Castaño (*Castanea sativa*) a través de la coordinación y orientación a medianos y pequeños productores, operadores forestales e instituciones del fomento forestal, para la generación de una base productiva que permita mejorar y optimizar el negocio en base a esta especie. Sus principales productos correspondieron a la implementación de un plan piloto de forestación de Castaño de 100 ha en la temporada 2002, para impulsar el desarrollo productivo de esta especie; la creación de una red de productores, proveedores, instituciones y operadores forestales para articular la actividad productiva en torno a Castaño, así como el intercambio de información.

Por su parte CONAF, durante el periodo de duración del fomento a plantaciones para la diversificación forestal en Chile, del año 2000 al 2006, favoreció con un financiamiento especial las plantaciones de Castaño entre otras especies. En el marco de dicho fomento implementó un proyecto de 3 años de duración que contemplaba la forestación de 50 ha con Castaño en comunas precordilleranas de la región del Bío Bío, comunas de Pinto y El Carmen con objetivo forestal y frutal, para producir madera de calidad; también se consideraron cultivos intercalados durante los primeros años. Un proyecto similar implementó en la región de la Araucanía en las comunas de Angol, Purén, Los Sauces y Lumaco.

P A R T E I

El castaño en Chile



1. HISTORIA Y TRADICIÓN DEL CASTAÑO

S. Benedetti.

El Castaño arribó a Chile junto a los inmigrantes europeos, quienes valoraban este árbol por su fruto, su madera y por la tradición de la castañocultura europea.

Las dos grandes inmigraciones al sur de Chile, donde hoy es posible encontrar los ejemplares más añosos de Castaño, representantes vivientes de esta inmigración, ocurrieron en el siglo XIX, a través de la campaña de colonización de Valdivia y Llanquihue, dirigida por Pérez Rosales a través de la cual llegaron los colonos alemanes quienes formaron distintos pueblos especialmente en las regiones de Los Lagos, de Los Ríos y, de la colonización italiana a la región de La Araucanía, específicamente a la Cordillera de Nahuelbuta, donde llegaron alrededor de 100 familias de colonos italianos provenientes de la Región de la Emilia Romagna, traídos por la Sociedad Colonizadora Ricci Hermanos y Cía., en acuerdo con el Gobierno de Chile, quienes formaron el pueblo de Capitán Pastene, donde hoy existe probablemente el Castaño más viejo presente en Chile.

La historia cuenta que entre sus escasos bienes los inmigrantes traían un puñado de castañas o una plantita de Castaño que cuidaban con esmero para poner en sus terrenos y crear de esta manera, un pedazo de paisaje de su pueblo de origen.

Es así como hoy es común ver en muchas casas antiguas de estas regiones, grandes y globosos Castaños cercanos a las casas, en hileras acompañando caminos o en grupo formando pequeños bosquetes.

2. DISTRIBUCIÓN Y ÁREAS POTENCIALES

C. López.

2.1 Exigencias Ecológicas

La literatura indica que en Chile se cuenta con material vegetal de Castaño muy bien adaptado a las condiciones agoecológicas del centrosur y sur del país (Medel, 1990). Esto es corroborado por la experiencia ya que se han encontrado rodales de Castaño en buenas condiciones desde la región del Maule hasta la región de Los Lagos (35° a 41° LS).

La precipitación anual es un aspecto que indica los requerimientos hídricos de las plantas pero es su distribución el aspecto fundamental en su desarrollo. Castaño tiene exigencias elevadas de agua a fines de verano, meses de Febrero y Marzo, periodo durante el cual se desarrollan los frutos. Según antecedentes nacionales, durante la primavera y verano (Septiembre - Febrero) en las regiones de la Araucanía y Los Lagos, necesita una precipitación mínima acumulada de al menos 400 mm, y se desarrolla mejor con precipitaciones sobre los 600 mm. En cuanto a las precipitaciones anuales, éstas deberían ser superior a 800 mm y mejor aún sobre los 1.200 mm. El periodo seco no debe ser mayor a 4 meses (Medel, 1986). Si las precipitaciones son menores a las señaladas, es necesario disponer de riego especialmente en los primeros años de realizada la plantación.

En cuanto al régimen térmico, la temperatura media anual es un indicador aproximado debido a que otros factores tienen gran influencia como horas de frío durante el periodo de receso vegetativo, temperaturas durante el periodo de crecimiento activo y el periodo libre de heladas (Medel, 1987). Castaño requiere un mínimo de cinco meses de temperatura media superior a los 10 °C (Medel, 1986) y temperaturas medias anuales de 8° a 15 °C (Bagnaresi, 1986; Sudzuki, 1983 cit. por Loewe, *et al.*, 1994). Sin embargo, tolera temperaturas de 34 °C a 36 °C y es resistente a los fríos invernales.

La temperatura anual debería ser superior a 10 °C, con sobre 700 horas de frío y temperatura del verano superior a 13 °C (Medel, 1986). CORFO (1988) estima que el umbral de temperatura media que promueve la floración de Castaño es 13,5 °C .

Para Castaño el periodo libre de heladas debería ser superior a 4 meses (Medel, 1986) y no son recomendables los lugares expuestos a heladas tardías, debido a que éstas afectan las yemas y brotes de 1 y 2 años, así como la madera del año precedente (Loewe *et al.*, 1998).

Las características del suelo afectan no solamente el crecimiento radical, sino que comprometen el desarrollo total de las plantas. Por lo general una mayor profundidad posibilita una suficiente reserva hídrica. La textura es fundamental en la capacidad de retención de humedad y aireación del suelo. La pendiente y la topografía en general puede involucrar una mayor o menor exposición al

sol, viento y a la acción de heladas. El pH define una serie de posibilidades y problemas de carácter nutricional (Medel, 1987).

Para Castaño la profundidad del suelo varía entre 60-150 cm con una textura media, drenaje bueno y pH 5,0-6,5 (Medel, 1986). El drenaje es especialmente importante para la especie ya que se han constatado daños en suelos anegados aún parcialmente.

Le favorecen texturas limo-arenosas, areno-limosas o areno-arcillosas (Vieitez *et al.*, 1996). Requiere de suelos con buen drenaje, más bien ácidos con pH entre 4,5 y 6,0. En suelos con pH superiores a 6,5, se ocasiona problemas de clorosis (Medel, 1986; Bourgeois, 1992 cit. por Loewe, 1998), aún cuando en suelos alcalinos bien fertilizados no tiene problemas para desarrollarse. Suelos muy arenosos deben ser fuertemente abonados con materia orgánica en forma de estiércol y de abono verde (Loewe *et al.*, 1994).

Para Bourgeois (1996, cit. por Vieitez *et al.*, 1996), un buen suelo para Castaño es ligero, no calcáreo, con buena infiltración, profundo con una hidromorfia de al menos 60 cm y un pH medio de 5,5.

Según experiencias en terreno hay discrepancia en el rango de altitud ideal para el cultivo del Castaño, según Sudzuki (1997) es de 500 a 1.200 m.s.n.m. Sin embargo, Loewe *et al.* (1994), consideran como apropiado las áreas entre 300 y 900 m.s.n.m.

Según, los últimos estudios realizados por INFOR se han evaluado plantaciones de Castaño ubicadas entre 44 y 721 m.s.n.m. y no se detectó que la altitud fuera una limitante para el desarrollo y adaptación de la especie.

En cuanto a la pendiente, recientes experiencias en estudios de evaluación de la adaptación del Castaño, concluyen que establecer plantaciones de la especie con una pendiente moderada incide en el mejor estado sanitario de las plantas, ya que favorece la escorrentia evitando la acumulación de agua en el suelo previniendo el ataque de patógenos fungosos.

2.2 Áreas Potenciales

De acuerdo a un estudio realizado por Medel (1987) el Castaño, como cultivo frutal, tiene un buen desarrollo en la región de la Araucanía en la zona de Angol-Renaico, Temuco-Nueva Imperial, Lautaro y Gorbea-Loncoche. Y en la región de Los Lagos en las áreas de Mariquina-Máfil, Valdivia, La Unión-Osorno y Río Negro. En estas zonas los suelos sin limitaciones en la región de la Araucanía alcanzan las 30.280 ha y en la de Los Lagos las 61.506 ha; y los con limitaciones ligeras las 47.254 ha en la región de la Araucanía y las 91.521 ha en la región de Los Lagos. Medel (1990) indica que Castaño presenta un potencial productivo entre la VII

Región del Maule y la X Región de Valdivia, dadas las características agroecológicas (35° a 45° LS).

De acuerdo al catastro frutícola, entre la región del Maule y la región de Los Lagos se encuentran 348,07 ha (ODEPA-CIREN, 2006), siendo la de la Araucanía la región la que presenta la mayor superficie:

- Región de O'Higgins (VI región)	: 1,05 ha (año 2003)
- Región del Maule (VII región)	: 138,77 ha (año 2001)
- Región del Bío Bío (VIII región)	: 149,45 ha (año 2006)
- Región de la Araucanía (IX región)	: 35,8 ha (año 2006)
- Región de Los Lagos (X región)	: 23 ha (año 2006)

En Chile se propone que Castaño forestal se puede desarrollar en buena forma bajo las siguientes consideraciones edafoclimáticas, divididas de acuerdo a se proporcione riego o no, en el proyecto "Diversificación de plantaciones forestales con especies de interés económico" se delimitaron, en base a los requerimientos ecológicos del Castaño, las áreas potenciales de desarrollo de la especie. A continuación se presentan los requerimientos y las superficies basados en la disponibilidad de riego.

Requerimientos de Castaño con riego

- Suelo
 - Moderadamente profundo, desde 60 cm.
 - Drenaje bueno.
 - Textura media a liviana .
 - Reacción ácido a neutro (pH 5,0 a 6,5).
- Clima
 - Período térmico vegetativo de al menos 5 meses con la temperatura media superior a 10 °C.
 - Temperatura mínima absoluta durante septiembre y febrero máximo 5 °C.
 - Temperatura media anual entre 8 °C y 15 °C.
 - Horas de frío acumuladas entre mayo y septiembre de 700 hrs.
 - Período libre de heladas mínimo 4 meses.
- Altitud
 - Entre 100 y 900 m.s.n.m.

Requerimientos de Castaño sin riego

Para el cultivo de Castaño sin riego además de los requerimientos mencionados anteriormente es necesario:

- Región del Maule sin riego
 - Precipitación anual superior a 700 mm.
 - Disponibilidad de agua en primavera-verano: precipitación mensual mayor a 1/5 de la evapotranspiración potencial.
- Regiones de la Araucanía y de Los Lagos sin riego
 - Precipitación anual superior a 700 mm.
 - Disponibilidad de agua en primavera-verano superior a 400 mm.
 - Meses secos (precipitación mayor a 1/2 de la evapotranspiración potencial) máximo 4 meses.

De acuerdo a estos requerimientos ecológicos el Castaño presenta un área de distribución potencial en Chile de 2.377.558 ha con requerimientos de riego y 1.402.789 ha sin riego, el desglose se aprecia en el Cuadro N° 4 y N° 5.

Cuadro N° 4. Superficie regional potencial aproximada para Castaño con riego (ha)

Región	Potencial total (1)	Potencial sobre plantaciones forestales (2)	Potencial sobre bosque nativo (3)	Potencial sobre ASP* (4)	Potencial sobre otros usos (5)**
VII región del Maule	532.477	45.717	36.955	-	449.805
VIII región del Bío - Bío	670.847	120.476	66.272	-	484.099
IX región de La Araucanía	834.272	87.325	77.704	86	669.157
X región de Los Lagos	1.277.962	80.384	411.941	11.140	774.497
TOTAL	3.315.558	333.902	592.872	11.226	2.337.558

ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

** (5)=(1)-(2)-(3)-(4)

Cuadro N° 5. Superficie regional potencial aproximada para Castaño sin riego (ha)

Región	Potencial total (1)	Potencial sobre plantaciones forestales (2)	Potencial sobre bosque nativo (3)	Potencial sobre ASP* (4)	Potencial sobre otros usos (5)**
VIII Región del Bio - Bio	398.356	92.104	63.794	-	242.458
IX Región de La Araucanía	562.637	65.077	77.795	1.432	418.333
X Región de Los Lagos	1.239.732	78.469	408.125	11.140	741.998
TOTAL	2.200.725	235.650	549.714	12.572	1.402.789

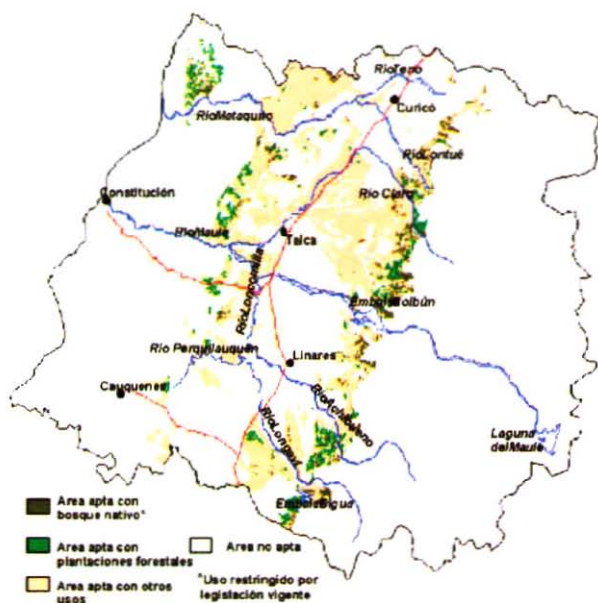
ASP*: Áreas Silvestres Protegidas del Estado

$$^{**} (5) = (1) - (2) - (3) - (4)$$

Se debe hacer la salvedad que estas zonas no incluyen restricciones como uso de la tierra, capacidad de uso del suelo e infraestructura, entre otras, lo que unido a la escala de trabajo (1:250.000) sólo permite obtener superficies referenciales de la distribución potencial de la especie sobre la base de las variables clima y suelo.

A continuación se presentan las Figuras Nº 5 a Nº 11 con superficies regionales aptas para el establecimiento de Castaño.

Figura N° 5. Distribución potencial de Castaño con riego en la VII región del Maule



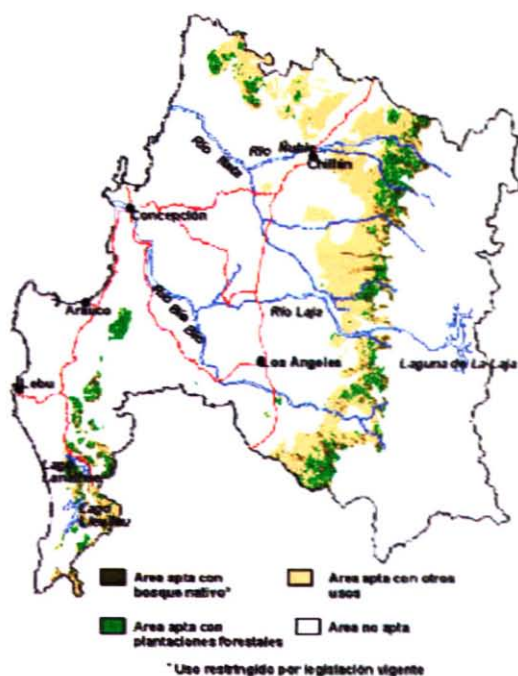


Figura N° 6. Distribución potencial de Castaño con riego en la VIII región del Bío Bío

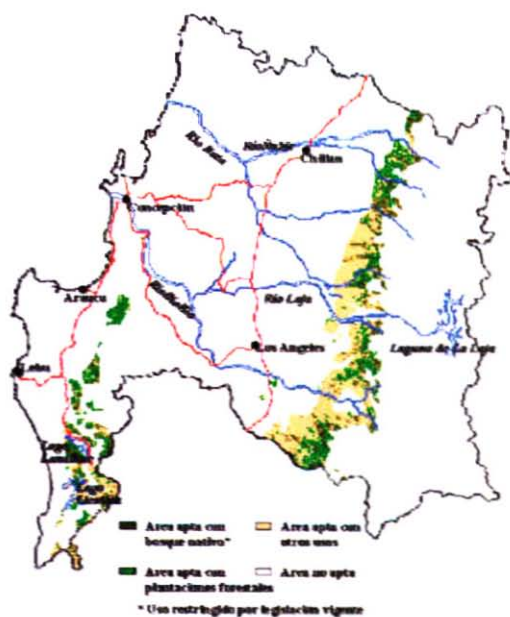


Figura N° 7. Distribución potencial de Castaño sin riego en la VIII Región del Bío Bío

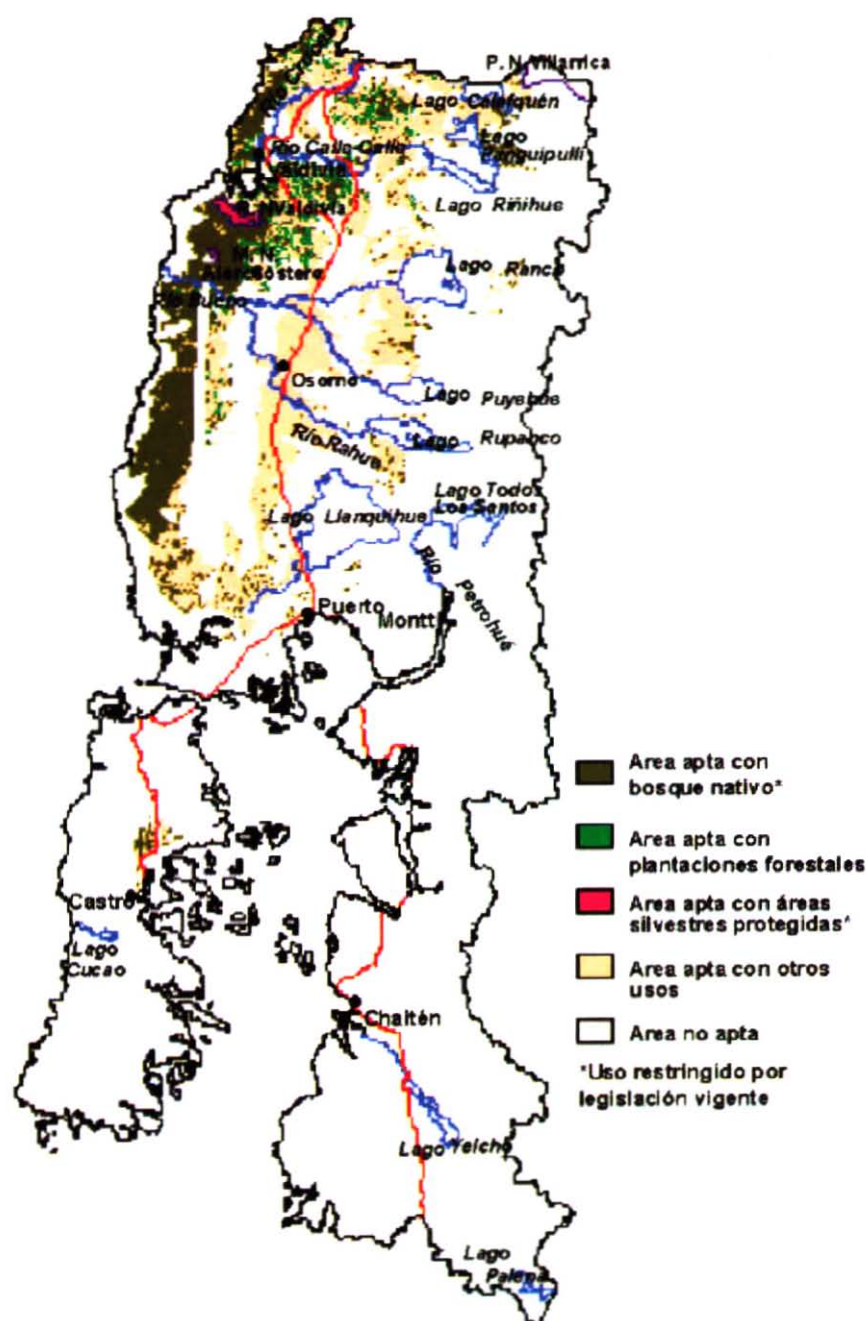


Figura N° 10. Distribución potencial de Castaño con riego en la X región de los Lagos

3. PLAGAS Y ENFERMEDADES

C. López, V. Loewe.

3.1 Enfermedades de importancia a nivel mundial

3.1.1 Hongos

Amphiportha castanea (Tul. & C. Tul.) Wehm.

Ascomycetes, Valsaceae.

Hongo que provoca canchros en el fuste y renuevos. La lesión se presenta generalmente a lo largo del fuste (cancro elongado) tomando un color oscuro con el tiempo (Pirone *et al.* 1960 y Mac Donald 1993 citados por Veloso, 2003).

Se trata de un hongo endófito cuya biología es similar a *Phomopsis castanea*, se presenta también en los frutos dando una coloración ocre o anaranjada con una gran producción de picnidios (Conedera *et al.*, 2005).

Se acepta como nombre *Cryptodiaportha castanea*, algunos sinónimos son: *Botryosphaeria castaneae* (Schwein.) Sacc.; *Cytospora castanea* Sacc.; *Diaportha castanea* (Tul. & C. Tul.) Sacc.; *Valsa castanea* Tul. & C. Tul. (Bisby *et al.*, 2007).

Armillaria mellea (Vahl) P. Kumm.

Basidiomycetes, Marasmiaceae.

Este hongo saprofito vive en suelos forestales desarrollando cuerpos fructíferos (carpóforos) con un sombrerillo color miel, visibles a simple vista próximos a los árboles (García y Monte, 2005). Afecta la parte hipogea y el cuello de las plantas estresadas o débiles. En las raíces y cuello pueden observarse los síntomas típicos, constituidos por manchas color café con micelio de color blanco; también pueden desarrollarse los cuerpos fructíferos del hongo, que corresponden a los "clavitos" (Figura N° 12). Así mismo se observan placas de micelio blanco-nacaradas en forma de abanico entre la corteza y la madera. En el árbol se presentan síntomas como crecimiento pobre, clorosis de hojas, marchitez y desecamiento (Tagliaferri *et al.*, 2002).

El control es netamente preventivo como evitar terrenos húmedos, no plantar en lugares previamente infectados, eliminar restos orgánicos del sitio para evitar que se transformen en reservorios, evitar el exceso de aportes de materia orgánica que favorece el desarrollo del hongo y las condiciones de estrés como asfixia radicular, sequía u otros, arrancar y quemar los árboles enfermos y no plantar en la misma zona por al menos tres años (Álvarez *et al.*, 2000). En cuanto al control biológico *A. mellea* es sensible a *Trichoderma*.

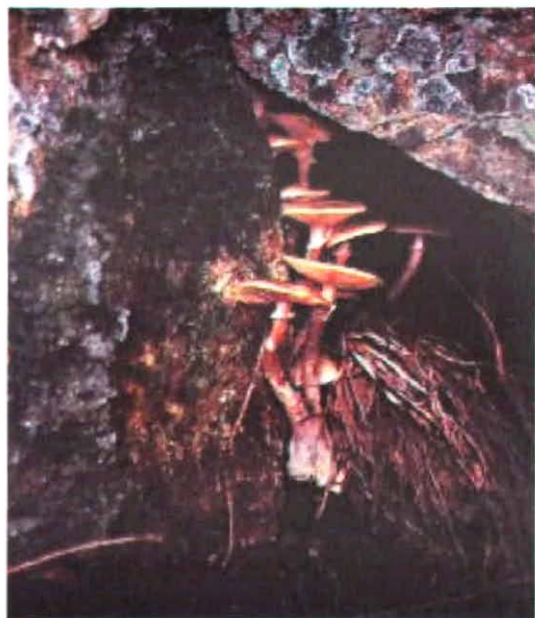


Figura N° 12. Anillo y carpóforo de *Armillaria mellea*

Fuente: Cobos, 1989.

Algunos sinónimos de *A. mellea* son: *Agaricus melleus* Vahl; *Agaricus sulphureus* Weinm.; *Armillariella mellea* (Vahl) P. Karst.; *Clitocybe mellea* (Vahl) Ricken; *Lepiota mellea* (Vahl) J.E. Lange (Bisby et al., 2007).

***Ciboria batschiana* (Zopf)**

Ascomycetes, Sclerotiniaceae.

Hongo que provoca pudrición de frutos. Ataca cuando los frutos están en el árbol o poco después de la caída. También se presentan infecciones en frutos almacenados (Mac Donald 1993, cit. por Veloso, 2003).

Algunos sinónimos de *C. batschiana*, son: *Ciboria pseudotuberosa* Rehm; *Hymenoscyphus pseudotuberosa* (Rehm); *Sclerotinia pseudotuberosa* (Rehm); *Stromatinia pseudotuberosa* Rehm (Bisby et al., 2007).

***Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr**

Ascomycetes, Valsaceae.

Cáncer, cancro cortical o chancro. Es un hongo patógeno de heridas, es incapaz de invadir tejidos corticales sanos, penetrando en el huésped a través de heridas de poda, grietas, cicatrices, etc. (Álvarez et al., 2000) induciendo la necrosis de los tejidos corticales provocando la muerte de la planta (Veloso, 2003). Los síntomas más característicos del chancro son presencia de ramas muertas con hojas marchitas

de color marrón; presencia de chancros en el tronco, ramas y brotes (Mansilla et al., 2003 cit. por García y Monte, 2005). El ataque está condicionado a la presencia de lesiones (daño por viento, de origen animal, podas e injertos) principalmente en ramas y troncos. Los brotes no lignificados, las estructuras reproductivas, las hojas y el sistema radicular no son atacados (Montecchio, 1996).

En los primeros estados de avance de la enfermedad, el ataque se evidencia en el punto de penetración, en el cual se forma un contorno elíptico irregular rojizo, formando una depresión en la corteza del árbol (hipotrofia) (Montecchio, 1996), según Álvarez et al. (2000) también se produce un enrojecimiento y posterior agrietamiento longitudinal apareciendo sobre la zona infectada las fructificaciones del hongo (picnidios y peritecas) formando pequeñas pústulas amarillo-naranjas siempre que las condiciones de humedad y temperatura sean favorables. Se aprecian además protuberancias acuosas por debajo del chancro y desarrollo de micelio amarillo-parduzco en forma de abanico bajo la corteza (Mansilla et al., 2003 cit. por García y Monte, 2005). En las Figuras N° 13 y 14 se aprecia el daño y el micelio. Con el tiempo, el ataque avanza hasta completar la circunferencia de la parte dañada. En una segunda etapa, el hongo interrumpe el transporte de la savia cruda a la copa, originando la supresión de la dominancia apical, el árbol reacciona emitiendo numerosos brotes epicórmicos. Cuando el ataque llega a la base de la planta, toda la parte aérea del individuo se seca; posteriormente rebrotan sólo aquellos inmunes a la enfermedad, dando a la planta un hábito arbustivo (Montecchio, 1996).

El síntoma y daño de la enfermedad tienen relación con el grado de virulencia del patógeno: una virulencia atenuada, produce un cancro no letal para la parte aérea de la planta (Montecchio, 1996).



Figura N° 13. Hendiduras y grietas longitudinales características del Chancro



Figura N° 14. Micelio de *C. parasitica* debajo de la corteza

Fuente: Guín, et al., 2005.

Entre 1904 y 1950, *C. parasitica* causó la destrucción casi completa de Castaño de la costa oriental de los Estados Unidos. Sin embargo, el Castaño europeo tuvo mejor suerte debido a la aparición de cepas hipovirulentas del patógeno que permiten la recuperación de los árboles una vez padecida la enfermedad (Grente, 1965 cit. por García y Monte, 2005). En China y Japón el patógeno es autóctono y causa daños poco relevantes. El chancro del Castaño en España puede ser preocupante ya que la enfermedad afecta casi de forma generalizada a los castaños de la mitad norte de la Península Ibérica (Mansilla et al., 2003 cit. por García y Monte, 2005). Actualmente, en ese país la aplicación del control biológico de la enfermedad se presenta como la más idónea por medio de cepas hipovirulentas del patógeno, puede servir para reducir el peligro (García y Monte, 2005).

Por otra parte, en una prospección realizada en la región de Lombardía (Italia) se concluyó que esta enfermedad ya no es considerada como el principal factor de daño en los bosques, ya que se encuentra limitada a los rebrotes dominados o a plantas dañadas; el cancro pareciera ejercer una función de regulador ecológico interviniendo en la eliminación de los sujetos más débiles sin afectar la evolución general de los bosques (ARFL, 1998). El daño ocurrido en Italia se debió a una difusión espontánea de la enfermedad, con una virulencia atenuada, sin provocar la muerte de los individuos, aunque la superficie del Castaño ha disminuido un 40% en 40 años (Montecchio, 1996).

Los métodos de prevención son la selección de individuos resistentes al ataque y evitar la ocurrencia de heridas en los árboles, previniendo de esta forma el contagio (Montecchio, 1996). En vivero el mejor método de control es mantener la humedad del suelo cercano al punto de saturación (Bissegger y Sieber, 1994).

Se combate con fungicidas y con limitación del daño con cepas hipovirulentas (ARFL, 1998). Las cepas hipovirulentas son aquellas cepas del hongo que provocan la cicatrización espontánea del chancro activo al ser inoculadas en el punto de infección, antes, al mismo tiempo o posterior a las cepas virulentas, este sistema ha sido utilizado con éxito en diferentes zonas de Italia (Álvarez et al., 2000), estas cepas producen la conversión de la cepa virulenta en hipovirulenta, para esto ambas cepas deben pertenecer al mismo grupo de compatibilidad, estudios en este campo se están realizando países de Europa como España (Oguín et al., 2005).

Algunos árboles hospedantes de *Cryphonectria parasitica* son, además de *Castanea sativa*, *Castanea dentata*, diferentes especies de *Quercus* (*Q. ilex*, *Q. pubescens*, *Q. petraea*), *Castanopsis*, *Acer*, *Rhus typhina* y *Carya ovata* (García y Monte, 2005).

Los sinónimos conocidos de *Cryphonectria parasitica* son *Diaporthe parasitica* Murrill; *Endothia gyrosa* var. *parasitica* (Murrill) Clinton; *Endothia parasitica* (Murrill) P.J. Anderson & H.W. Anderson; y *Valsonectria parasitica* (Murrill) Rehm (Bisby et al., 2007).

***Diplodina castaneae* Prill. et Delacr.**

Ascomycetes, Valsaceae.

Genera canchros en el fuste y ramas, afectando gran parte de la superficie del tronco. Se asocia generalmente con *A. castaneae* y *C. parasítica* encontrándose frecuentemente ambos sobre el fuste o el tejido necrótico (Bissegger y Sieber 1984, citados por Mac Donald 1993; De Martino *et al.* 1993 todos cit. por Veloso, 2003).

***Fistulina hepatica* Schaeff, ex fr.**

Basydiomicetes, Fistulinaceae.

Hongo causante de la pudrición café (brown chestnuts) de la madera de *C. sativa* (pudrición de albura) (Pirone *et al.* 1960; Mac Donald 1993 cit. por Veloso, 2003). Fructifica perpendicularmente al tronco y se caracteriza por que el carpóforo posee forma de espátula o lengua redonda de color rojo (Figura N° 15.) (Cipa AT Toscana, sf.).



Figura N° 15. *Fistulina hepatica*

Fuente: Cipa AT Toscana, sf.

Sinónimos de *F. Hepatica* son: *Agarico-carnis lingua-bovis* Paulet; *Boletus buglossum* Retz; *Fistulina buglossum* (Retz.) Pers.; *Fistulina endoxantha* Speg.; *Hypodrys hepaticus* (Schaeff.) Pers. (Bisby *et al.*, 2007).

***Hypoxylon mediterraneum* (Dntrs.) Ces et Dntr**

Ascomycetes, Xylariaceae.

Este hongo se manifiesta con gran intensidad sobre alcornoque (*Quercus suber* L.) aunque ataca también a otras especies forestales entre las que se encuentra el Castaño.

Forma placas carbonosas, características del género *Hypoxylon*, éstas se encuentran con facilidad en Castaños muertos o muy degradados, no es común en Castaños sanos. Este estroma fúngico o placa carbonosa, posee dimensiones variables, han sido detectadas, tanto en tronco como en ramas, de todos los diámetros, pero parece preferir ramas y troncos delgados (Figura N° 16). En algunos árboles con *H. mediterraneum* la corteza se desprende en tiras longitudinales, cuyas grietas estaban marcadas por las mencionadas placas carbonosas, en otros ejemplares, de aspecto sano y con la corteza bien adherida, pero con grietas también presentan placas (Cobos, 1989).



Figura N° 16. Placa carbonosa provocada por *Hypoxylon mediterraneum* sobre tronco de Castaño

Fuente: Cobos, 1989.

Hypoxylon mediterraneum es un sinónimo de *Biscogniauxia mediterranea* var. *mediterranea* (De Not.) Kuntze, pero es por ese nombre que es más conocido.

Otros sinónimos conocidos para *Biscogniauxia mediterranea* son: *Diatrype clypeus* (Schwein.) Berk; *Hypoxylon clypeus* (Schwein.) M.A. Curtis; *Hypoxylon mediterraneum* (De Not.) Ces. & De Not.; *Nummularia mediterranea* (De Not.) Sacc.; *Sphaeria mediterranea* De Not (Bisby et al., 2007).

***Melanconis modonia* Tul et C. Tul.**

Ascomycetes, Melanconidaceae.

Peste del Castaño. Este hongo se comporta normalmente como parásito secundario pero en casos de árboles debilitados o sometidos a estrés ambiental puede ocasionar daños graves. Ataca tanto en vivero como en las plantaciones (Abreu, 1996). El ataque comienza en ramas jóvenes, luego en ramas gruesas y finalmente el tronco del árbol. El hongo entra a través de lenticelas o heridas apareciendo al principio unas manchas lívidas que más tarde se deprimen y se convierten en chancro (Figura N° 17). Las hojas se secan y caen, los erizos

permanecen secos en las ramas enfermas, éstas se agrietan y normalmente se desprenden por acción del viento (Colino, et al., 2004).

Algunos sinónimos conocidos para *M. modonia* son: *Coryneum castaneae* (Sacc.) Petr.; *Coryneum kunzei* var. *castaneae* Sacc; *Coryneum modonium* (Sacc.) Griffon & Maubl.; *Diaporthe biconica* (Curr.) Sacc.; *Exosporium modonium* (Sacc.) Höhn.; *Hyalomelanconis modonia* (Tul. & C. Tul.) Naumov; *Melanconis perniciosa* Briosi & Farneti; *Pseudovalsa modonia* (Tul. & C. Tul.) Höhn.; *Pseudovalsella modonia* (Tul. & C. Tul.) Kobayasi. (Bisby et al., 2007).



Figura N° 17. Tronco de Castaño afectado con *Melanconis modonia*

Fuente: Colino et al., 2004.

***Mycosphaerella punctiformis* (Pers.) Starbäck**

Ascomycetes, Mycosphaerellaceae.

Antracnosis del Castaño. Se manifiesta sobre las hojas, en las que aparecen unas manchas de color pardo con el borde amarillo que se extienden y confluyen por todo el limbo dándole un aspecto de mosaico característico (Figura N° 18). Si el ataque es fuerte, como puede suceder en años que presenten veranos lluviosos con temperaturas suaves, se enrollan y caen anticipadamente, como consecuencia se afecta el desarrollo del fruto debido a que los erizos no llegan a madurar, pudiendo entonces también observarse manchas necróticas similares a las encontradas sobre las hojas, afectando al pecíolo de la hoja, al pedúnculo de la flor y a los erizos.

Los daños que provoca este hongo son de escasa gravedad por lo que la quema de hojas caídas en el suelo suele ser suficiente medida de control, destruyéndose así las peritecas del hongo y cortándose el ciclo evolutivo del mismo. Los tratamientos químicos con cobre son sólo recomendables en viveros (Álvarez et al., 2000).

Algunos de los sinónimos de *M. punctiformis* son: *Asteromella maculiformis* (Sacc.) Petr.; *Cryptosphaeria punctiformis* (Pers.) Grev.; *Guignardia maculiformis* (Pers.) Mig.; *Mycosphaerella corylaria* (Wallr.); *Mycosphaerella maculiformis* (Pers.) J. Schröt.; *Mycosphaerella salicicola* (Fuckel) Johanson (Bisby et al., 2007).



Figura N° 18. Ataque de *Mycosphaerella punctiformis* en las hojas

Fuente: CIPA AT Toscana, sf.

***Nectria* spp.**

Cancro de ramas y retoños. Puede generar muerte regresiva de renuevos (Pirone et al. 1960; Mac Donald 1993, ambos cit. por Veloso, 2003).

***Penicillium* sp.**

Hongo verde o azul, se manifiesta con el desarrollo sobre los cotiledones de una capa de color verde; durante la conservación puede atacar a frutos sanos (Conedera et al., 2005)

***Phomopsis castanea* (Sacc.) Petr.**

Ascomycetes, Valsaceae.

Cancro de fuste. Ataca generalmente sobre árboles con estrés biótico o ambiental (Belisario y Scortichini 1993 cit. por Veloso, 2003). Se controla con tratamientos químicos de preinfección aplicados al follaje (benomilo, captan, carbendazina, dodine, mancozeb) (Latorre 1988 cit. por Veloso, 2003).

Es también causante de la momificación de la castaña, este hongo endófito puede estar presente sin presentar síntomas aparentes en todas las partes del árbol. Los órganos reproductivos son colonizados en forma particularmente intensa. Los síntomas en la fruta son similares a *Phomopsis endogena* (Conedera et al., 2005). Se ha citado como una importante infestación de castañas postcosecha, al abrir el fruto se puede apreciar una coloración que va del blanco grisáceo a café oscuro. Las condiciones que favorecen su aparición en el fruto son veranos y otoños húmedos y con bajas temperaturas, por el contrario condiciones secas y calor durante la época de crecimiento reducen la propagación. Se recomienda para el almacenamiento temperaturas bajas (cercasas a 0 °C) y cosechas frecuentes, en lo posible diarias, para minimizar el desfase entre la caída y el almacenamiento de la fruta (Washington y Wade, 2006).

***Phomopsis endogena* (Speg.)**

Ascomycetes, Valsaceae.

Se ubica sobre ramas, hojas, yemas provocando un leve daño pero en el fruto provoca momificación de la castaña. El óptimo de desarrollo del hongo es cerca de los 27 °C pero puede desarrollarse hasta los 35 °C. Durante el almacenamiento el hongo puede colonizar los frutos sanos cercanos. (Conedera et al., 2005). El fruto se transforma en una masa harinosa dura (Cipa AT Toscana, sf.).

***Phytophthora cinnamomi* Rands; *Phytophthora cambivora* (Petri) Buisman**

Oomycetes, Pythiaceae.

Las dos especies son similares, *P. cambivora* tiene un estrecho espectro de huéspedes y una menor capacidad de supervivencia en el suelo y en la planta que *P. cinnamomi*, pero para la identificación de las especies de *Phytophthora* se requiere estudios en laboratorio (IEFC, 2007).

Conocido como mal de la tinta. Este hongo afecta primero a las raíces absorbentes provocando una rápida maceración, atacando a continuación las raíces gruesas y el tronco (García y Monte, 2005), produciendo un ennegrecimiento y posterior pudrición de las raíces, adquiriendo éstas una coloración negro azulada. Si la planta se encuentra muy afectada la pudrición puede afectar el cuello de la raíz agrietando la corteza en la base del tronco desprendiéndose con facilidad y exudando un elemento de consistencia gomosa de color negro característico conocido como "tinta" (Álvarez et al., 2000), lo que se aprecia en las Figuras N° 19 y N° 20, ésta es consecuencia de la oxidación de las sustancias fenólicas que se producen como consecuencia de la reacción del árbol al ataque de *P. cinnamomi* (Mansilla et al., 2003 cit. por García y Monte, 2005).

Los primeros síntomas, aunque no son exclusivos de *Phytophthora*, incluyen menor crecimiento, amarillamiento progresivo del follaje y copas menos densas (Figura N° 21), menor floración y desecamiento precoz de las castañas que quedan en

el árbol (Tagliaferri *et al.*, 2002). A medida que el patógeno invade el sistema radicular y los tejidos del árbol, se manifiestan síntomas más característicos como ramas muertas y pudrición de las raíces que pueden presentar los exudados negroazulados (García y Monte, 2005). Afecta tanto en viveros como plantaciones y bosques naturales (Tagliaferri *et al.*, 2002).

Phytophthora cinnamomi necesita agua libre para desarrollarse, pero puede vivir en el suelo sobre materia orgánica durante varios años (García y Monte, 2005), se transporta a través del agua, en la tierra donde se encuentran, por el hombre en labores agrícolas, animales, etc., germinando una vez que las condiciones de humedad y temperatura del suelo (15-30 °C) le son favorables (Álvarez *et al.*, 2000), así como estrés o inactividad de la planta (Linderman y Zeitoun, 1990 cit. por Veloso, 2003). El Castaño en crecimiento activo es resistente al ataque; pero, aunque en invierno el hongo está inactivo la infección, se puede producir hacia el final de este período cuando el calentamiento precoz provoca la entrada en actividad del hongo antes que la planta (Bourgeois, 1992). Si las condiciones no le son favorables puede sobrevivir a través de la formación de estructuras de resistencias denominadas clamidosporas.



Figura N° 19. Tronco descortezado de Castaño donde se aprecia la lesión producida por *Phytophthora*

Fuente: Cobos, 1989.

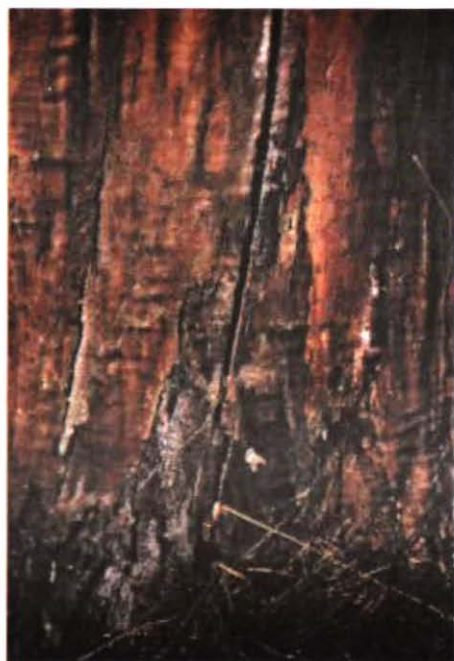


Figura N° 20. Característica mancha oscura

Fuente: Cobos, 1989.

El control se realiza a través de la selección de plantas provenientes de viveros sanos; evitar sitios mal drenados y con suelos pesados; destruir las plantas afectadas y evitar el traslado de suelo infectado; mantener a las plantas

equilibradas nutricionalmente; el control químico sólo se remite a la inhibición del crecimiento no elimina el hongo pero es efectivo al aplicarlo en las cercanías de plantas afectadas para evitar su propagación, los productos utilizados son etridiazol, metalaxil, furalaxil, fosetil-Al e hidrocloreuro de propamocarb (Álvarez et al., 2000). También se puede usar la lucha biológica por medio de *Trichoderma viride*, *T. polysporum* o micorrizas (FIA, 2004), al respecto García y Monte (2005), indican que en la Universidad de Salamanca se ha seleccionado y patentado una combinación de cepas de *Trichoderma* eficaces frente a *P. cinnamomi*. En Europa se han desarrollado castaños resistentes obtenidos por hibridación controlada de *Castanea mollissima* y *Castanea crenata* (Álvarez et al., 2000).



Figura N°21. Ejemplar afectado por la tinta

Fuente: Cobos, 1989.

En España se observa que los agricultores dan cortes con una navaja sobre la corteza de árboles debilitados con síntomas de tinta. Transcurrido un tiempo, los árboles se recuperan y no desarrollan la enfermedad. Esto se puede explicar pues las heridas, al igual que el ataque por microorganismos o por insectos, provocan en la planta una respuesta de defensa sistémica que mantiene al patógeno controlado a través de la regulación de los niveles de ácido jasmónico y etileno, que a su vez modularán la síntesis de proteínas inhibidoras de proteasas y de proteínas de respuesta a heridas, que colaborarán para mantener al patógeno controlado (Buchanan et al., 2000 cit. por García y Monte, 2005).

Phytophthora cinnamomi tiene un amplio espectro de hospedantes pero el principal es *Persea americana* seguido de *Ananas comosus*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Castanea*, *Pinopsida*, *Ericaceae*, *Rhododendron*, *Eucalyptus*, *Juglans*, *Camellia*, *Fagus*, *Quercus*, *Banksia*, *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Taxus baccata* y *Xanthorrhoea* (García y Monte, 2005).

Un sinónimo de *P. cambivora* es *Blepharospora cambivora* Petri (Bisby et al., 2007).

***Valsa ceratophora* Tul. et C. Tul.**

Ascomycetes, Valsaceae.

Este hongo no está muy extendido, se encuentra en fustes jóvenes, cuya corteza todavía es lisa. En éstos, se observa una separación de la epidermis, la cual se desprende posteriormente en forma de fina película, dejando a la vista una madera oscura, ennegrecida, agrietada en período seco (Figura N° 22), en período húmedo no se aprecian las grietas y se puede comprobar el avance subepidérmico de la enfermedad por la coloración rojiza en las zonas donde no se ha desprendido todavía la epidermis (Figura N° 23). En la madera descubierta, ennegrecida, se observan numerosas protuberancias que corresponden a los cuellos de los peritecios.



Figura N° 22. Fuste agrietado por efecto de *Valsa ceratophora*

Fuente: Cobos, 1989.



Figura N° 23. Coloración rojiza del avance subepidérmico del hongo en tiempo húmedo

Fuente: Cobos, 1989.

3.1.2 Insectos

***Curculio elephas* Gyll.**

Coleoptera, Curculionidae.

Ataca principalmente los frutos de Castaño, pero también puede alimentarse de frutos de *Quercus* y *Acer*. Las larvas de *C. elephas* se desarrollan en el interior de los frutos del Castaño, pudiendo hacerlo varias en una misma castaña. El aspecto externo de la castaña infectada es similar al de una sana pero es más ligera con una pequeña depresión en su base, en su interior puede encontrarse la galería larvaria repleta de finas excrementas sueltas. Por otro lado, si la larva ya ha salido, se puede ver el orificio de salida, circular, y de unos 4 mm de diámetro.

En el árbol, los erizos atacados se secan y caen al suelo prematuramente aunque éste no un síntoma específico del curculiónido, puesto que los tortricidos de

la castaña provocan el mismo efecto, pudiéndose diferenciar a través de la identificación al seccionar el fruto.

El cuerpo del adulto mide entre 6 y 9 mm de longitud, de forma oval alargado de tonalidad gris amarillento, se caracteriza por su fino y largo rostro, que en el macho mide aproximadamente la mitad del cuerpo y en la hembra es tan largo como él. Las antenas son de color rojizo, geniculadas y se encuentran en la mitad del rostro. El huevo, introducido por la hembra en el interior de los frutos, es de forma oval, de color blanco y de 0,4 a 0,5 mm de longitud. La larva, que al final de su desarrollo alcanza los 10 a 12 mm de longitud, es apoda, blanca con la cabeza de color castaño y carnosa, presentando un aspecto característico debido a su curvatura en forma de "C". La pupa es de color crema y se desarrolla en el suelo en el interior de una celda de partículas de tierra siendo una pupa libre (Mansilla, *et al.*, 2001).

Curculio elephas tiene generalmente un ciclo anual, si bien parte de sus larvas pueden permanecer en diapausia o reposo durante más de dos años (*Op. cit.*).

Como forma de control Álvarez *et al.* (2000) recomiendan recoger periódicamente los frutos caídos al suelo o colocar mallas bajo los árboles, impidiendo así el enterramiento de las larvas.

Además de esto, Paglietta y Bounous (1979 cit. por Veloso, 2003) recomiendan la destrucción de los frutos que caen prematuramente y la aplicación de insecticidas (a base de Dimethoato) contra los primeros adultos con oviposiciones. Para el control de las larvas en bodega, se utiliza la inmersión del fruto en agua a 50 °C por 45 minutos.

***Cydia fagiglandana* Zeller**

Lepidoptera, Tortricidae.

Conocido como tortricido intermedio de la castaña. Especie que presenta una generación al año. El adulto vuela entre mediados de agosto y finales de septiembre (España), después del acoplamiento tiene lugar la puesta, sobre los erizos; luego las larvas penetran en el interior de los frutos para alimentarse del endospermo, formando galerías en el interior. Cuando la larva ha alcanzado su madurez, abandona el fruto y se entierra en el suelo para crisalidar en el terreno (Álvarez *et al.*, 2000).

El fruto cae prematuramente, tornándose blando y liviano. Un control que se realiza es la recolección y destrucción inmediata del fruto que cae prematuramente (Paglietta y Bounous, 1979 cit. por Veloso, 2003). También se menciona la colocación, bajo los árboles, de mallas de red muy fina lo que reduce el número de larvas que se entierran a invernar (Álvarez *et al.*, 2000).

Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu

Hymenoptera, Cynipidae.

Originario de China ataca exclusivamente al género *Castanea*, introducido en Japón en 1941, en Korea en 1963, en el sudeste de Estados Unidos en 1974 y desde el año 2002 observado en Italia en el híbrido eurojapones (*C. crenata* x *C. sativa*) así como en *C. sativa* silvestre (Bosio, et al., 2003). Provoca agallas: engrosamiento de forma redondeada de 0,5 a 2 cm de diámetro de color verde o rojizo en las hojas o en los brotes (Figuras N° 24 y N° 25) comprometiendo el desarrollo de la planta así como la fructificación (Bosio y Brussino, 2007). Estas agallas se producen como respuesta a la presencia de las larvas en el interior de los brotes u hojas, las larvas se alimentan en su interior emergiendo el adulto en verano. Si el ataque es fuerte *D. kuriphilus* puede producir la muerte del árbol, es considerada actualmente la peste más seria de Castaño en el mundo (EPPO, 2003).

Presenta una generación anual, en los meses de junio y julio (en Italia) de las agallas formadas en primavera emerge la hembra adulta (no hay presencia de machos, la reproducción se produce a través de partenogénesis) parecida a una avispa de aproximadamente 2,5 mm de longitud, Figura N° 26 (Bosio y Brussino, 2007). La hembra puede depositar inmediatamente los huevos en otra yema, alcanzando a 25 a 30 huevos en cada yema, y en total cerca de 100 (Bosio et al., 2003).

El control puede realizarse con la poda precoz antes de la emergencia de la hembra y la destrucción del material vegetal. Esta práctica es sólo factible en ejemplares de tamaño pequeño. El control con productos químicos no es eficaz y trae el problema del impacto ambiental. En Japón se realiza un control biológico con *Torymus sinensis* Kamijo, traído de China, el que ha dado buenos resultados (Bosio y Brussino, 2007). En Japón, Corea, China y Estados Unidos se ha desarrollado una variedad resistente al ataque a través de un híbrido *C. crenata* x *C. mollissima* y un cultivar de *C. mollissima* que presenta una formación tardía de la yema (Bosio et al., 2003).



Figura N° 24. Agalla en las yemas



Figura N° 25. Agalla en las hojas

Fuente: Bosio y Brussino, 2007.



Figura N° 26. Hembra adulta de *Dryocosmus kuriphilus*

Fuente: Bosio y Brussino, 2007.

***Lachnus roboris* Linn.; *Myzocallis castanicola* Baker; *Tuberculatus kuricula* Matsumura**

Hemiptera, Aphididae.

Estos tres insectos son denominados pulgones del Castaño. *L. roboris* y *M. castanicola* están ampliamente distribuidos en Europa sin embargo *T. kuricula* se ha observado sólo en España.

Estos insectos atacan preferentemente a *Castanea* spp. pero también se pueden encontrar en *Quercus* spp. y *Lithocarpus* spp.

En árboles adultos los síntomas de *M. castanicola* y *L. roboris* sólo se remiten a la existencia de colonias en los brotes terminales para el primero y en el envés de la hoja para el segundo. Pero en vivero ambas especies pueden provocar el debilitamiento de las plántulas. *T. kuricula*, que no ha sido detectado en vivero, puede encontrarse tanto en los brotes como en el envés de la hoja y provocar un menor vigor y defoliación prematura, acompañado de fumagina (Mansilla et al., 2004) (Figura N° 27).



Figura N° 27. Árboles con síntomas de *Tuberculatus kuricula*

Fuente: Mansilla et al., 2004.

Lachnus roboris es de color negro o marrón oscuro, brillante con largas patas lo que le da apariencia de arácnido, las formas aladas poseen alas manchadas, pigmentadas y con área clara en su base.

Myzocallis castanicola es de color amarillo (1,6 a 2,2 mm de longitud), todos los adultos son alados, el cuerpo es alargado, la cabeza y el tórax tienen una banda longitudinal oscura, el abdomen presenta manchas.

Las hembras de *Tuberculatus kuricula* son vivíparas y aladas, miden 1,2 a 1,9 mm de longitud. De color verde pálido a rojo recubiertos de una serosidad blanquecina (Mansilla et al., 2004)

Sinónimos: *Lachnus roboris*: *Lachnus castaneae* Hille Ris Lambers; *Myzocallis castanicola*: *Myzocallis castaneae* Fitch, *Myzocallis castaneoides* Baker; *Tuberculatus kuricula*: *Nippocallis kuricula* Matsumura (Op. cit.).

***Laspeyresia splendana* Hb**

Lepidoptera, Tortricidae.

Conocido como tortricido tardío de la castaña. Desarrolla su actividad en la fase de maduración de los frutos, entre los meses de agosto y octubre (España). Los huevos son depositados sobre hojas cercanas a los frutos, aunque en ocasiones se encuentran huevos en la base de los erizos. Las larvas neonatas no se alimentan de la hoja sino que penetran inmediatamente en el erizo, desarrollándose los cinco estadios de que consta siempre en el interior de la misma castaña, donde excavan galerías repletas de finos excrementos granulares que no expulsa al exterior. Por ello, aparentemente el fruto afectado está sano, pero cae al suelo prematuramente. Una vez madura, la larva abandona el fruto y cae al suelo donde, en el interior de un capullo sedoso, pasará invierno y primavera, crisalidando en julio y alcanzando el estado adulto en verano. De esta forma, completa su desarrollo en un año (Álvarez et al., 2000).

Para reducir la población invernante se recomienda colocar bajo los árboles mallas de luz muy fina (Op. cit.).

***Pammene fasciana* L.**

Lepidoptera, Tortricidae.

Conocido como tortricido precoz de la castaña. Causa daños en las castañas que están en plena formación, aunque también ataca a las totalmente desarrolladas pero en menor medida. La irrupción de este insecto es bastante precoz en los frutos y sus daños provocan la destrucción de los frutos jóvenes y la detención del crecimiento de los erizos afectados los que se secan en el árbol y caen (Álvarez et al., 2000). Esto suele ocurrir durante los meses de julio-agosto (en Europa) y cada larva puede llegar a destruir hasta un total de seis erizos. En Pontevedra, España,

se han encontrado sobre un 45% de los erizos caídos con agujeros (Mansilla y Salinero, 1993).

Presenta normalmente una generación al año (Álvarez *et al.*, 2000). El adulto tiene un tamaño de entre 13 y 17 mm de longitud, las alas anteriores son de color gris plumizo con una mancha blanco marfil que va desde el borde basal hasta el ápice alar. En el borde costal se observan pequeñas manchas blancas y grises, alternadas, las alas posteriores son de color gris marrón. Los huevos, similares a una pequeña lentilla de forma oval y de 0,69 X 0,61 mm, al principio son de color blanco marfil y al cabo de unos cuantos días sobre los mismos puede apreciarse un anillo de color rojo púrpura. La larva llega a medir entre 10 y 13 mm. Su cabeza es de color marrón siendo las placas anal y torácicas de un marrón más claro y con puntitos oscuros. El resto del cuerpo es blancuzco, una característica diferencial de las larvas de *Pammene fasciana* L. es que poseen un peine anal de color marrón con 10 dientes (Mansilla y Salinero, 1993).

Los huevos son depositados aisladamente sobre las dos caras de las hojas, a lo largo de los nervios y en las proximidades de los frutos. La larva en un principio se alimenta de la epidermis y del parénquima de la hoja para, al cabo de 2 ó 3 días, penetrar en los frutos que se están formando. Al exterior se pueden observar excrementos que han sido arrojados por los orificios de penetración. Cuando la larva ha destruido total o parcialmente el fruto del erizo, sale de éste para dirigirse a otro sano (Figuras N° 28 y N° 29). Desde finales de julio hasta la segunda quincena de agosto (en Europa) las larvas se introducen en las resquebrajaduras del tronco y ramas para invernar y para ello construyen un capullo rodeado de excrementos y restos de madera, unidos por hilos sedosos. La larva queda en diapausa hasta la primavera siguiente en la que comenzará la pupación (Mansilla y Salinero, 1993).



Figura N° 28. Detalle del erizo con los excrementos arrojados por el orificio de penetración.



Figura N° 29. Aspecto del fruto destruido por larvas de *Pammene fasciana*.

Fuente: Mansilla y Salinero, 1993.

El control químico y biológico como trampas de feromonas es conveniente en plantaciones jóvenes con elevada producción (*Op. cit.*).

***Zeuzera pyrina* L.**

Lepidoptera, Cossidae.

Afecta además de Castaño a una amplia variedad de especies frutales (Manzano, Peral, Ciruelo, Cerezo, Vid, Olivo, género *Citrus* y *Rubus*), forestales de los géneros *Quercus*, *Fagus*, *Salix*, *Tilia*, *Platanus* y *Populus* entre otros y algunas ornamentales (Astorga, 2005).

Esta polilla mide 50 a 60 cm de envergadura alar, cabeza, protórax y alas de color blanco terroso, con grandes y numerosos puntos azules. La larva mide 50 a 60 mm, recién emergidas son de color blanco rosado tornándose a pardo amarillenta con abundantes círculos negros en todos los segmentos (*Op. cit.*).

Las larvas excavan galerías de hasta 40 cm de longitud en ramas gruesas aunque ocupan preferentemente ramas de unos 10 cm de diámetro. Se puede observar aserrín en la entrada de las galerías y al pie de los árboles. En árboles jóvenes una larva puede producir la muerte. En el ápice de las ramillas se ven brotes muertos y hojas cloróticas, las ramas afectadas se quiebran en la punta (*Op. cit.*).

La hembra puede oviponer hasta 2.000 huevos en 10 días en la corteza, las larvas se descuelgan mediante hilos de seda, siendo el viento el principal modo de dispersión. Inverna como larva en la galerías, el ciclo puede demorar de 1 a 2 años, pupa durante la primavera, los adultos aparecen desde mediados de primavera hasta fines del verano (Astorga, 2005; Cipa AT Toscana, sf.). Figuras N° 30, N° 31 y N° 32.

Las galerías puede facilitar la entrada de otras enfermedades más graves (Cipa AT Toscana, sf.).

El control es difícil, se recomienda la remoción y destrucción de las ramas afectadas asó como los árboles muy infestados. El tratamiento químico debe orientarse hacia las larvas jóvenes antes de su penetración en la madera (Astorga, 2005)



Figura N° 30. Larva de *Zeuzera pyrina*
Fuente: INRA, 1998.



Figura N° 31. Adulto de *Zeuzera pyrina*
Fuente: Solomon, 1995.



Figura N° 32. Daño externo de *Zeuzera pyrina* en manzano
Fuente: INRA, 1998.

3.1.3 Otros daños

Mosaico linear del Castaño, *Chestnut mosaic virus* (ChMV). Introducido a Europa hace unos 30 a 50 años por importación de cultivares de *C. crenata* desde Japón (Desvignes y Lecocq, 1995 cit. por Veloso, 2003).

La mayoría de las variedades de *C. sativa*, *C. crenata* e híbridos son tolerantes (Op. cit.).

Se manifiesta con un moteado clorótico en el follaje, líneas zigzag verde-amarillentas en las hojas en ambos lados de la nervadura central, atrofia de la hoja, necrosis apical, necrosis en la unión de injerto, incompatibilidad y reducción del vigor (Paglietta y Bounous, 1979; Nemeth, 1986; Desvignes y Lecocq, 1995 todos cit. por Veloso, 2003).

Se trata de un patógeno no identificado, en Castaño causa lesiones necróticas en la corteza y madera que puede transformarse en cancro, o incompatibilidad en el injerto. También produce lesiones cloróticas como líneas de color amarillo en la nerviatura de las hojas Se cree que puede ser transmitido por el áfido *Myzocallis castanicola* (Desvignes, 1999).

Agrobacterium tumefaciens, se manifiesta con la formación de un tumor grueso localizado generalmente en las raíces y cuello de la planta (Paglietta y Bounous, 1979 cit. por Veloso, 2003). Esta bacteria se encuentra presente en el país, siendo *C. sativa* bastante susceptible a ella (Grau, 1998⁵).

El Castaño presenta un elevado requerimiento nutricional por zinc, cuya deficiencia se manifiesta por la presencia de hojas con manchas amarillas (Jaynes, 1969).

Un tipo de daño muy común, detectado en bosques de monte bajo de Castaño en Europa, es la acebolladura de la madera, cuyo origen aún no ha sido bien determinado. Este defecto no se ha visualizado en la madera de Castaño que crece en Chile. La acebolladura se manifiesta como un agrietamiento entre anillos de crecimiento; se puede presentar en una parte del perímetro del fuste o, en el caso más grave, en la circunferencia completa, lo que genera la separación del tronco en dos partes. La acebolladura es el principal defecto de los castaños recién cortados pero no suele aparecer en árboles en pie. Las causas podrían deberse a algún daño repentino durante el período de crecimiento como heladas o patógenos (Macchioni y Pividori, 1996; Amorini et al., 1997), o por trauma mecánico, discontinuidad en el crecimiento, baja resistencia mecánica del tejido en el sentido radial, problemas en el secado o por traumas durante la elaboración (Macchioni y Pividori, 1996).

No obstante, las acebolladuras más abundantes no se deben a traumatismos sino a tensiones internas, para las que existe una propensión genética, y pueden limitarse regulando la competencia entre el arbolado mediante la silvicultura. La probabilidad de acebolladura aumenta con ciertos factores de suelo y clima, siendo mayor en las épocas más calurosas del año, debido a que aumenta la evapotranspiración, produciéndose estrés hídrico (Álvarez et al., 2000).

Como se ve, la acebolladura se debe a la conjunción de varias causas y para tratar de prevenir su aparición se pueden dar las siguientes recomendaciones al silvicultor:

5 Pablo Grau B., Ingeniero Agrónomo Ph.D. Mejoramiento Genético, Investigador Jefe Programa Frutales, C.R.I. INIA Quilamapu, Chillán, comunicación personal.

- Evitar heridas grandes en los árboles.
- Realizar intervenciones precoces con el fin de mantener constantes las condiciones de crecimiento (anillos homogéneos y verticalidad del tronco).
- Realizar repoblaciones con Castaño en aquellas estaciones que le sean favorables.
- Disminuir turnos (la rajadura es un defecto típico de árboles extramaduros) (Op. cit.).

Según estudios realizados en castaños de monte bajo, en las regiones de Toscana, Lazio y Piemonte, en Italia, la reducción de la ocurrencia de la acebolladura se obtiene realizando una silvicultura más intensiva, iniciando los tratamientos culturales a edades tempranas, de manera de asegurar un incremento diamétrico uniforme (Amorini et al., 1997).

Cobos (1989) elaboró un listado que agrupa la mayoría de los agentes que causan enfermedades o daños a Castaño ya sean estos niveles o de importancia, como referencia este listado se encuentra en el Anexo N°1 y N° 2.

3.2 Agentes de daño en Chile

Phytophthora sp. está presente en Chile, pero pareciera que tiene una virulencia menor que en Europa y Norteamérica (Benedetti y Subiri, 2000).

Grau (s.f.) en una prospección orientada a la producción frutal del Castaño no encontró plagas de importancia que afecten seriamente a la especie. Siendo *Phomopsis endogena* el daño más común de post-cosecha en Chile (Grau, 1997⁶).

Chicharra (*Tettigades chilensis*) es un insecto nativo, que hospeda en *Eucalytus nitens*, *Eucalyptus globulus*, especies nativas y huertos frutales (Parra y González, 1998), y también se ha encontrado en Castaño. En todas las especies, las plantaciones de menos de un año tienen un período crítico de mayor vulnerabilidad coincidente con la época de vuelo, apareamiento y postura de huevos, provocando daños al tallo principal y, en consecuencia, pérdidas por deformaciones y, en algunos casos, mortalidad. Esto puede afectar la calidad de la madera y el rendimiento de la plantación. Posterior a esa edad es improbable que la postura de huevos se realice en el tallo principal, debido a su lignificación, prefiriendo ramillas de tejidos blandos y succulentos. En este caso, los daños no son significativos desde el punto de vista productivo (Op. cit.).

En Castaño, el daño por Chicharra parece no producir daños severos, debido a que el tallo lignifica a temprana edad. Sin embargo, se pueden observar lesiones en forma de línea, como consecuencia de la postura de huevos en forma sucesiva, o un astillado levantado y sobresaliente en la superficie del tallo que cubre y

6 Pablo Grau B., Ingeniero Agrónomo Ph.D. Mejoramiento Genético, Investigador Jefe Programa Frutales, C.R.I. INIA Quilamapu, Chillán. Comunicación personal.

protege los huevos de agentes externos. Debido a que las lesiones pueden debilitar los tejidos de sostén del árbol, especialmente en condiciones de lluvia, viento o nieve, es recomendable realizar un control químico con insecticidas carbámicos y piretroides sintéticos, que se deben aplicar al momento de emergencia de los adultos (entre noviembre y febrero), repitiendo las aspersiones si es necesario.

Una forma de evitar el ataque de patógenos, en general, es mantener el vigor elevado y reducir los riesgos de ocurrencia. Para lograr lo anterior, Benedetti y Subiri (2000) recomiendan: podar ramas muertas y chupones, limpiar las malezas en una superficie amplia alrededor de la planta, al remover el terreno, evitar el acercamiento excesivo a los árboles de manera de evitar daños mecánicos, y retirar restos de ramas para evitar focos de infección.

En el marco del proyecto “Hacia el desarrollo del Castaño forestal en Chile” la Universidad de Concepción realizó un estudio de pospección sanitaria el año 2006 a rodales forestales de Castaño entre las regiones del Maule y de Los Lagos. Los resultados de los asilamientos y cultivo de las muestras indican que el patógeno de mayor importancia es *Phitophthora cinnamomi*, verificado causando muerte de plantas y árboles de diferentes edades entre la región de la Araucanía y de Los Lagos. Por otra parte se observó una baja frecuencia de problemas foliares debido a patógenos fungosos o bacterianos. Sí se observaron problemas abióticos como deficiencias nutricionales, presencia del daño por heladas en individuos jóvenes (1 año), en plantaciones de 1 a 4 años se observó comúnmente daño por chicharra. Las situaciones encontradas se presentan en las Figuras N° 33, N° 34 y N° 35.



Figura N° 33. Mortalidad de plantas de *Castanea sativa* en vivero debido a *Phitophthora cinnamomi*



Figura N° 34. Deficiencias nutricionales en plantas jóvenes de Castaño



Figura N° 35. Daño de chicharra en tallos de Castaño

ANEXO N° 1

DISTINTAS ESPECIES DE HONGOS DE ACUERDO A SU PRESENTACIÓN EN EL ÁRBOL

Tronco y ramas

Ceratocystis microspora (DAVIDS) DAVIDSON.
Ceratocystis eucastaneae DAVIDSON.
Coryneum modonium (TUL.) GRIFF. Y MAUBL.
Cryptodiaporthe castanea (TUL.) WEHM.
Cytospora ambiens SACC.
Daedalea quercina L. EX FR.
Didymosphaeria superapplanata SIVAN.
Diplodina castaneae PRILL ET DEL.
Endothia parasitica (MURRIL). P. J. Y H. W. ANDERSON.
Fistulina hepatica SCHAEFF EX FR.
Fomes fomentarius (L. EX FR.) KICKX.
Ganoderma applanatum (PERS, EX WALLR) PAT.
Haplospilus croceus (PERS, ET FR.) DONK.
Hypoxyton confluens (TODE) WESTEND.
Hypoxyton howeianum PECK.
Hypoxyton mediterraneum (DNTRS.) CES. ET DNTRS.
Hypoxyton serpens (PERS.) FR.
Inonotus cuticularis (BULL, EX FR.) KARST.
Inonotus hispidus (BULL, EX FR.) KARST.
Melanconis modonia TUL.
Mycena inclinata FR.
Nectria cinnabarina (TODE) FR.
Nectria wegeliniana (REHM.) HÖHMEL.
Peniophora quercina (PERS, EX FR.) COOKE.
Phellinus robustus (KARST.) BOURD ET GALZ.
Physalospora cydoniae ARN.
Piptoporus soloniensis (DUB.) PIL.
Polypilus frondosus (DICK. EX FR.) KARST.
Polyporus arcularius BASTCH. EX FR.
Polyporus sulphureus BULL EX FR.
Psilachnum auranticolor GRADDON.
Schizophyllum alneum (L.) SCHROET.
Sphaerostibe gracilipes (TUL.)
Stereum gausapatum FR.
Stereum purpureum PERSOOM Y FRIES.
Ustulina maxima (WEBER) WETTST.
Valsa ceratophora TUL. Y C. TUL.
Valsaria foedans (P. KARSTEN) SACC.
Verticillium dahliae KLEB.

Raíces

Armillaria mellea VALH.
Phellinus dryadeus (PERS, ET FR.) PAT.
Phytophthora cambivora (PETRI) BUIS.
Phytophthora cinnamomi RANDS.
Rosellinia necatrix (R. HARTIG.) BERLESSE.

Hojas

Arachnopeziza eriobasis (BERK.) KORF.
Charala aurea (CORDA) HUGHES.
Chalara cilindrica KARSTEN.
Ciborinia hirtella (BOUD.) BATRA Y KORF.
Coccomyces dentatus (KUNZE Y SCHM.) SACC.
Coniella castaneicola (ELLIS Y ER.) SUTTON.
Crocicreas subhyalinum (REHM.) S. CARP.
Dasyscyphus ciliaris (SCCRADER) SACC.
Dasyscyphus coruscatus GRADDON.
Discohainesia oenotherae (COOKE Y ELLIS) NANNF.
Discosphaerina fagi (HUDSON) BARR.
Fusidium aeruginosum LINK.
Fusidium griseum LINK.
Hymenoscyphus caudatus (P. KARSTEN) DENNIS.
Hymenoscyphus epiphyllus (PERS.) REHM, EX KAUFMANN.
Hymenoscyphus phyllogenus (REHM.) O. KUNTZE.
Microsphaera alphitoides GRIFFON Y MAUBLANC.
Microthyrium ilicinum DE NOT.
Microthyrium microscopicum DESM.
Mycosphaerella castanicaula KLEB.
Mycosphaerella maculiformis (PERS.) SCHROET.
Mycosphaerella punctiformis (PERS.) STARB.
Pezizella roburnea VELEN.
Phialea sp. DENNIS.
Physalospora cydoniae ARM.
Pilidium acerinum KUNZE.
Pyrenopeziza nervicola (DESM.) BOUD.
Rutstroemia sydowiana (REHM.) WHITE.
Sclerotinia candolleana (LEV.) FUECKEL.
Sclerotinia hirtella BOUD.
Sphaerognomonia carpineae (FR.) POEBNIA EXHÖHNEL.
Xylaria filiformis (FR.) FR.

Frutos (castañas)

Acrospeira mirabilis BERK. Y BR.
Endothia parasitica (MURRIL) AND.
Penicillium crustaceum FR.
Phomopsis endógena (SPEG.) CIF.
Physalospora cydoniae ARM.
Polyscytalum fecundissimum RIESS.
Rhacodium cellare PEGLIÓN.
Rutstroemia americana (DURAND) WHITE.
Sclerotinia pseudo-tuberosa RHEM.

Involucros (erizos)

Anavirga laxa SUTTON.
Arachnoscypha aranea (DE NOT.) BOUD, EX DENNIS.
Betulina fuscotipitata GRADDON.
Botryotinia fuckeliana (DE BARY) WHETZEL.
Candelabrum spinulosum VAN BEVERWIJK.
Chalara spp.
Clathrosphaerina spp.
Codinaea britannica M. B. ELLIS.
Dasyscyphus castaneicola GRADDON.
Gorgoniceps charnwoodensis GRADDON.
Helotium humile SACC.
Halopeziza spinicola GRADDON.
Phialocephala fumosa (ELLIS Y EV.) SUTTON.
Phialocephala truncata SUTTON.
Pleurotheciopsis pusilla SUTTON.
Polyscytalum fecundissimum Rmss.
Pseudomicrodochium aciculare SUTTON.
Pseudomicrodochium cylindricum SUTTON.
Rutstroemia americana (DURAND) WHITE.
Rutstroemia echinophila (BULL) HÖHNEL.
Scolecobasidium echinophilum SUTTON.
Tricladium castanicola SUTTON.

Escamas de las yemas

Alternaria chartarum
Alternaria tenuissima (KUNZE) WILTSHIRE.
Botrytis cinerea (FR.) PERS.
Cladosporium herbarum (PERS.) LINK.
Coniothyrium spp. CORDA.
Cystospora spp. EHREMB. EX FR.

Diplodia spp. FR.
Diplodina castaneae PRILL ET DEL.
Endothia parasitica (MURR.) AND.
Epicoccum nigrum LINK EX FR.
Monochaetia spp. (SACC.) ALLESCH.
Penicillium spp. LINK EX GRAY.
Phoma spp. SACC.
Pullularia pullulans (DE BY) BERKN.

ANEXO N° 2 OTROS AGENTES

Fanerógamas parásitas

Loranthus europaeus JACQ.; Loranteceae
Lathraea squamaria L.; Orobanchaceae

Insectos defoliadores

Lepidópteros:
Acronicta psi L.; Noctuidae
Dasychira pudibunda L.; Lymantriidae
Dicranura iberica TEMPL. ET ORT; Notodontidae
Euproctis chrysorrhoea L.; Lymantriidae
Lasiocampa quercus L.; Lasiocampidae
Lymantria dispar L.; Lymantriidae
Mimas tiliae L.; Sphingidae
Orgyia antiqua L.; Lymantriidae
Phalera bucephala L.; Notodontidae

Coleópteros:
Agelastica alni L.; Chrysomelidae
Brachyderes lusitanicus F.; Curculionidae
Cneorhinus dispar GRAELL.; Curculionidae
Cneorhinus hispanus HERBST.; Curculionidae
Phyllobius spp.; Curculionidae

Himenópteros:
Triodontella aquila; Scarabeidae

Perforadores

Lepidópteros:
Cossus cossus L.; Cossidae

Synanthedon vespiformis L.; Aegeriidae
Zeuzera pyrina L.; Cossidae

Coleópteros:

Agrilus spp. CURTIS; Buprestidae
A. angustulus ILLIGER; Buprestidae
A. biguttatus FABR.; Buprestidae
A. cyaneus RATZBURG; Buprestidae
A. hastulifer RATZBURG; Buprestidae
A. laticornis ILLIGER; Buprestidae
A. olivicolor KIESENW.; Buprestidae
A. sulcicollis LACORF.; Buprestidae
Coraebus florentinus HERBST.; Buprestidae
C. undatus FABR.; Buprestidae
Eurythya quercus HERBST.; Buprestidae
Nalanda fulgidicollis LUCAS.; Buprestidae
Phymatodes alni L.; Cerambycidae
Xyleborus dispar FABR.; Scolytidae

Minadores

Lepidópteros:

Caloptilia alchimiella SCOP.; Tineidae
Lithocolletis roboris Z.; Tineidae

Enrolladores

Lepidópteros:

Archips xylosteana L.; Tortricidae

Perforadores del fruto

Lepidópteros:

Laspeyresia splendana HUBNER; Tortricidae

Coleópteros:

Balaninus elephas GYLL. Curculionidae

Chupadores

Tisanópteros:

Heliotrips haemorrhoidalis BCH.; Triptidae

Homópteros:

Lachnus roboris; Lachnidae

Ácaros:

Panonychus ulmi (KOCH)

Descomponedores

Coleópteros:

Doreus paralelepipedos L.; Lucanidae

Nemátodos y vectores del cancro:

Nemátodos:

Pseudhalenchus spp.

Pseudhalenchus anchilisposomus

Vectores:

Lehmannia marginata MÜLLER; Limaco

Aphaenogaster lamellidens; Himenóptero

4. LA MADERA

V. Loewe, S. Benedetti.

La madera de Castaño ha sido utilizada por el hombre desde sus orígenes. Los hombres primitivos la usaban para construir palafitos y pirogas, los romanos lo usaban en ebanistería y en la construcción; durante la Edad Media, llamada también Edad de la Madera, se usaba en forma masiva en construcciones, carpintería, artesanía, agricultura, leña, etc. (Tagliaferri *et al.*, 2002).

En la época Moderna, contribuyó como combustible a la fundición de metales y a la producción de carbón vegetal; en la época Contemporánea, se utilizó para la extracción de taninos, la que fue sustituida por la industria química con taninos sintéticos.

La madera de Castaño posee una alta durabilidad natural del duramen y buena resistencia mecánica, además es reconocida por su color claro, uniformidad y su marcada veta que le confiere un aspecto superficial muy agradable. En la Figura N° 36 se observan estas características en madera de Castaño crecida en Chile.



Figura N° 36. Veteado y color de la madera de Castaño crecida en Chile

Es apreciada para foliado y enchapados decorativos, dado su agradable veteado, y es demandada para muebles rústicos. Se usa además para postes en agua y palafitos por su alta resistencia cuando está inmersa, se usa también para vigas y recipientes. Un tiempo fue usada por los hermanos Maggiolini, famosos artistas de la madera, para esculturas (Borghini y Massafra, 2002).

4.1 Propiedades Tecnológicas del Castaño en Chile

La madera de Castaño crecido en Chile, presenta excelente calidad, así lo demuestra los resultados obtenidos en el proyecto "Diversificación forestal con especies de interés económico", donde se realizó un estudio tecnológico a cargo del Instituto de Tecnologías de Productos Forestales de la Universidad Austral de Chile (Juacida *et al.*, 2000). En este estudio se utilizaron maderas provenientes de

árboles de 50 años y más, extraídos desde una plantación ubicada en la Provincia de Valdivia, región de Los Lagos, conformada por individuos de fustes libres de ramas hasta una altura de 16 metros.

El análisis de los resultados de las distintas pruebas consideradas en este estudio, muestra que Castaño se clasifica, al igual que la madera proveniente de Europa, como una madera buena para carpintería, medianamente tenaz y cuya dureza permite usos especiales, presentando características muy parecidas a las del Lingue, especie nativa de gran aptitud para usos nobles, por lo que en estado seco se puede utilizar para carpintería, en la fabricación de muebles, puertas, ventanas, escaleras, pisos o parquet; obtención de chapas y fabricación de revestimientos interiores, dado que esta madera se deja tornear, cilindrar, taladrar, cepillar y lijar sin problemas, incluso es posible realizar estos procesos con velocidades mayores, obteniendo óptima calidad de procesamiento.

Los resultados obtenidos en este estudio, muestran que la madera de Castaño tiene una densidad básica promedio de $0,459 \text{ g/cm}^3$, similar a la de Raulí, con un rango de variación entre el promedio máximo y mínimo de $0,413 \text{ g/cm}^3$ y $0,588 \text{ g/cm}^3$ respectivamente. Presenta un duramen coloreado y obligatorio, que alcanza un máximo de 20,2 cm a la edad de la muestra (50 años). La zona de la albura es muy delgada y no sobrepasa los 1,7 cm de ancho, con valores mínimos de 0,3 cm para albura y 11 cm para el duramen. El ancho de los primeros 10 anillos de crecimiento es en promedio de 12 mm, disminuyendo después de los primeros 20 anillos. La corteza por su parte, es delgada con un mínimo de 2 mm y un máximo de 7 mm de espesor.

De acuerdo al procedimiento establecido en la Norma Chilena NCh 1989, los resultados obtenidos de flexión estática y compresión paralela, en estado seco, ubican a la madera de Castaño chilena en el Grupo ES35 (*Eucalyptus globulus* posee ES2 y *Pinus radiata* ES5). Según la dureza promedio normal a las fibras, la madera de Castaño corresponde a una madera semidura (Cuadros N° 6, N° 7 y N° 8).

Cuadro N° 6. Flexión estática de madera de Castaño crecida en Chile

	Densidad ensayo g/cm^3	Límite de Prop. N/mm^2	Módulo de rotura N/mm^2	Módulo de elasticidad N/mm^2
Media general	0,607	51,41	105,08	11.633,04
Valor máximo	0,702	67,28	132,41	14.168,07
Valor mínimo	0,489	37,15	79,44	7.734,60

Fuente: Juacida et al., 2000.

Cuadro N° 7. Compresión paralela a las fibras de madera de Castaño crecida en Chile

	Densidad ensayo g/cm ³	Tensión de rotura N/mm ²
Media general	0,609	59,28
Valor máximo	0,708	69,99
Valor mínimo	0,492	43,55

Fuente: Juacida *et al.*, 2000.

Cuadro N° 8. Dureza JANKA de madera de Castaño crecida en Chile

	Densidad ensayo g/cm ³	Radial N	Tangencial N	Normal N	Paralela N
Media general	0,620	4.810	4.799	4.871	6.934
Valor máximo	0,709	7.453	6.178	6.264	9.145
Valor mínimo	0,556	3.359	3.677	3.727	5.639

Fuente: Juacida *et al.*, 2000.

En relación a la respuesta a los distintos procesamiento de transformación, los ensayos presentaron un rendimiento promedio de aserrio de 51% a 58%, de acuerdo a la cubicación de Smalian y JAS respectivamente. Los rendimientos más bajos se obtuvieron en las trozas basales, entre un 44,2% y 56,1%, según Smalian o JAS, en cambio las trozas restantes presentaron un rendimiento del 60,5 % y 61,5 % según la fórmula utilizada.

En cuanto a la respuesta al biodeterioro, esta madera presenta una pérdida de masa en ensayos acelerados contra hongos de 30% en albura y 10% en duramen. Por lo que se puede inferir que el duramen de Castaño es altamente resistente, en tanto su albura sólo puede ser clasificada como moderadamente resistente, similar al comportamiento de lingue. El duramen cercano a la albura presenta mayor resistencia que el duramen cercano a la médula.

Su madera se deja secar bien, especialmente si previo al secado artificial se le somete a un secado natural hasta un contenido de humedad cercano al 50%. En 7 días es posible secarlo artificialmente en espesores de 1 pulgada, y hasta un contenido de humedad final de 10%, con temperaturas entre 40 °C y 70 °C.

Casi no se presentan defectos durante el proceso, sólo deformaciones menores de encorvadura y acanaladura, que se localizan en algunas piezas en superficies y extremos de las tablas.

Con relación a la impregnabilidad, la albura tiene una capacidad de absorción promedio de 170 lt/m^3 ; en tanto en el duramen, se puede clasificar como refractario, con una absorción de 45 lt/m^3 , similar a la de Coigüe.

La madera de Castaño presenta además excelente trabajabilidad. En particular, los ensayos realizados sobre paneles encolados permitieron comprobar que éstos cumplen con las normas internacionales relativas a uniones, detectándose adhesiones normales. Esta madera se deja cilindrar sin problemas, pudiéndose trabajar fácilmente con velocidades de avance por sobre los 600 m/h . Esto significa una producción por unidad de tiempo mayor a la que se logra con Pino radiata. Se deja tornearse con facilidad, pudiéndose trabajar con velocidades mayores a 80 m/min . Es posible taladrarla sin fallas, los defectos de fibras levantadas y/o astilladuras son fácilmente corregibles con lijado, a lo cual responde en forma óptima. De la misma manera, la madera de Castaño responde muy bien al cepillado, permitiendo prepararla en forma óptima para la fabricación de piezas y partes de muebles (Figura N° 37).



Figura N° 37: Se observa la buena aptitud al torneado que presenta la madera de Castaño

En cuanto a las propiedades químicas la madera de Castaño (Cuadro N° 9) presenta un contenido normal de lignina y holocelulosa, altos contenidos de componentes solubles de bajo peso molecular y altos contenidos de extraíbles, esto último dificulta la deslignificación mediante el proceso kraft. Sin embargo, en un proceso kraft con un pretratamiento de agua caliente para eliminar parte de los extraíbles, se obtienen rendimientos clasificados en pulpa de entre 45% - 47% e Índice Kappa entre 13 y 20.

Cuadro N° 9. Composición química de la madera de Castaño

Análisis	Composición
Holocelulosa (% b.m.s.l.e)	71,33%
Lignina (% b.m.s.l.e)	23,33%
Solubles en:	
Agua fría (% b.m.s.)	7,62%
Agua caliente (% b.m.s.)	11,26%
NaOH 1% (% b.m.s.)	22,62%
Etolol Tolueno (% b.m.s.)	8,44%
Cenizas (% b.m.s.)	0,11%

Fuente: Juacida et al., 2000.

Los requerimientos de reactivos y pérdidas de rendimiento en el blanqueo son bajos. Las pulpas alcanzan niveles de blancura del 73%. Las propiedades físico-mecánicas de las pulpas crudas y blanqueadas siguen la tendencia normal con el batido. En general el rendimiento clasificado de las pulpas y sus propiedades físico-mecánicas, son inferiores a las obtenidas con otras pulpas comerciales de latifoliadas como *Eucalyptus* spp.

En cuanto a las propiedades físico-mecánicas de los papeles, se destaca el alto volumen específico de las pulpas, lo cual indica que son aptas para la fabricación de papeles absorbentes y otros que no requieran altas resistencias.

De acuerdo a un análisis global de los resultados tecnológicos obtenidos en el análisis de la madera de Castaño crecida en Chile, se puede indicar que es de alta calidad, equivalente en su valor a Raulí, Lengua, Mañío y Lingue, entre las especies nativas, y a Encino, entre latifoliadas exóticas.

Otra información relevante es que no se ha reportado la presencia de acebolladura en la madera crecida en Chile, que como se indicó anteriormente, es una malformación que consiste en la separación de los anillos de crecimiento en el límite de la madera de verano de un año y la de primavera del año siguiente.

Durante el año 1998, el Instituto Forestal, en el ámbito del Proyecto "Silvicultura de especies no tradicionales: una mayor diversidad productiva", financiado por FIA y FONSIP, estudió algunas propiedades tecnológicas de madera de Castaño, cuyo material se obtuvo de rodales ubicados en Villarrica (IX región de la Araucanía). Se determinó el contenido de humedad, la densidad y las propiedades mecánicas (flexión estática, compresión, tracción normal, tenacidad, cizalle, clivaje, dureza y extracción de clavos), en estado verde y al 12% de contenido de humedad. El Cuadro N° 10 señala los resultados.

Cuadro N° 10. Propiedades tecnológicas de madera de Castaño chileno

Propiedad	Castaño
Clase de Dureza según resistencia	204 – 409 k Blanda
Cota de Dureza según densidad	Normal, madera industrial
Clase de Clivaje según resistencia	< 62 k/cm Pequeña
Cota de Laminabilidad según densidad	Muy laminable, fácil de rajar
Clase de Flexión Estática según resistencia	784 – 1283 k/cm ² Mediana
Cota de calidad de Flexión Estática según densidad	Mediana de calidad media para carpintería
Cota de calidad de Compresión paralela	Mediana a ligera
Cota de tenacidad	Medianamente tenaz
Densidad (Kg/m ³)	569 (verde)
Observaciones	Apta para trabajos de carpintería. Es adecuada para aplicaciones que exigen esfuerzos como choques y vibraciones. Es fácil de trabajar, responde bien al cepillado, lijado, perforado y encolado.

Fuente: Loewe y González, 2006.

Aunque el Castaño no es considerado una especie noble, sí corresponde a una especie de alto valor, que a pesar de ser común y difundida puede, en determinadas condiciones ambientales, proporcionar madera de mayor valor respecto al producido comúnmente (Bernetti y Padula, 1984).

4.2 Usos Actuales y Potenciales

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

La madera de Castaño posee diversas aplicaciones: madera aserrada de alta calidad, destinada a muebles, marcos de ventanas y paneles.

En Italia se usa principalmente para muebles, madera estructural, barriles para el envejecimiento y aromatización del vino (para lo que se requiere madera de calidad pero con dimensiones inferiores a la necesaria para mueblería) (Zanuttini y Cielo, 1996). También se usa para paneles de madera maciza (listones empalmados

adheridos mediante encolado y presión); estos paneles se usan en mueblería y decoración, principalmente de ambientes rústicos. Ramas y desechos de la madera se aprovechan para la fabricación de tableros MDF (*Op. cit.*).

Las rotaciones cortas permiten el uso de Castaño de baja calidad, ya sea para leña, postes y estacas; además en algunas regiones europeas es común la explotación de los vástagos o rebrotes en la etapa arbustiva para la extracción de tintura.

La corteza y el duramen se emplean para la preparación de extractos tánicos usados en curtiembre, constituyendo su extracción la industria taninera más importante de Europa (Nájera y Angulo y López, 1969).

No obstante la valorización de la madera de Castaño que se ha constatado en Europa, principalmente de dimensiones reducidas, una mayor producción requiere de nuevas plantaciones especializadas. Entre las mejores variedades de Castaño para madera de calidad se citan: Politora, Mozza, Carpaccio, Peticaccio, Rosa del Cigolano y Minnarella (Tagliaferri *et al.*, 2002).

La madera de Castaño se emplea en la fabricación de marcos de ventanas, puertas y productos de carpintería. Es común su uso en tonelería y en general para todo tipo de construcciones, incluyendo la naval. Se usa en ebanistería y es una de las maderas que más se consume en la industria del parquet (*Op. cit.*).

En Estados Unidos se utiliza para hacer postes, durmientes ferroviarios y para la elaboración de tejuelas y muebles (Anagnostakis, 1995). En muchos países, incluyendo Chile, se procesan trozas de Castaño de grandes diámetros para la elaboración de chapas y sofisticados productos enchapados, de las cuales se obtiene un alto rendimiento.

Es madera poco porosa en sentido tangencial y fácil de rajar, por lo que se emplea en tonelería (fabricación de duelas y aros de barril). Como leña, la madera de Castaño es mediocre, con una potencia calorífica baja (Álvarez *et al.*, 2000).

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 asolado la región. Estos bosques producen madera de baja calidad usada en la fabricación de postes, tejuelas, parquet y muebles (Cabrera y Meneses, 1998).

Sin embargo, la demanda de madera valiosa para ebanistería, muebles finos y chapas decorativas existe y el Castaño ocupa un lugar destacado en las preferencias de los tableros de partículas y la fabricación de carbón (Loewe *et al.*, 1994).

En Chile, el Castaño es utilizado ampliamente en la industria del mueble, siendo asimilado a madera de especies de características muy similares y de mayor cotización por el usuario final y, por ende, de precios bastante interesantes (Benedetti y Subiri, 2000).

El atractivo principal de la especie lo constituye su utilización como cultivo fruto-forestal, mediante el cual es posible producir fruta durante varias temporadas y además obtener madera de calidad al final de la rotación. Se estima que con una densidad de plantación de 500 a 650 plantas por hectárea se logra un buen desarrollo del árbol, lo que permitiría aprovechar el primer trozo como madera, destinando la zona sobre los 3,5 metros a la producción de fruta (*Op. cit.*).

Como productos obtenibles al final de la rotación con un manejo fruto-forestal se citan fruta, estacas, leña y madera aserrada. Las trozas deben ser rectas, sanas, cilíndricas 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 foliado es de 30 cm, sin embargo ya se dispone de la tecnología para foliar diámetros menores y se supone que, en un horizonte de 30 años, se dispondrá de innovación tecnológica para aprovechar diámetros de hasta 20 cm para la obtención de chapas decorativas, especialmente en el caso de maderas valiosas como el Castaño (Benedetti y Subiri, 2000). No obstante lo anterior, en general el Castaño no se folia porque no alcanza valores tan altos como otras especies, y se usa principalmente para muebles. En los períodos de mayores precios la especie llega a alcanzar valores similares al Cerezo, como ha ocurrido en los últimos años (Loewe y González, 2003).

4.3 Calidad

El precio de la madera de Castaño asciende constantemente, debido principalmente al déficit existente en Europa y a la elevada demanda internacional de maderas de alto valor (Álvarez *et al.*, 2000).

4.3.1 El concepto de calidad de la madera

Cuando se trabaja con latifoliadas de madera valiosa se busca maximizar su calidad mediante técnicas culturales adecuadas, ya que la madera de calidad siempre tendrá mercado (Loewe y González, 2006).

La aptitud del material debe satisfacer ciertas exigencias para usos específicos. La calidad no puede definirse en sentido absoluto sin considerar el uso que se dará a la madera, y a la evolución de las tecnologías para su transformación (Berti, 1995). Por ello cuando se habla de calidad de la madera de Castaño hay que indicar el uso final al que se va a destinar (Álvarez *et al.*, 2000).

En el momento en que se planifica y realiza una plantación deben estar claros los objetivos productivos, porque de ellos depende el concepto de calidad de la madera y, por lo tanto determina los cuidados y técnicas de cultivo aptos para lograrla (Loewe y González, 2006).

Los parámetros considerados en la valoración de la calidad de los troncos son dimensionales (diámetro y largo de las trozas) y cualitativos, que consideran

las características presentes en la madera a causa de su origen biológico (color, veteado, defectos, etc.).

En arboricultura una de las primeras consideraciones es la selección de la especie, ya que las características de su madera serán mejores cuanto mejores sean las condiciones de crecimiento. Esta elección no debe efectuarse sólo con base en las características del mercado, sino que también en sus exigencias ecológicas (Berti, 1995).

En el mercado de maderas para usos estructurales la madera de Castaño procedente de silvicultura intensiva (crecimiento rápido) es tanto o más valorada que la de bosques naturales, debido a que presenta mejores características de resistencia, validándose la silvicultura conducente a obtener grandes diámetros en rotaciones cortas; la madera de crecimiento rápido es más pesada, dura y homogénea que cuando crece en forma pausada (Álvarez *et al.*, 2000).

En cambio, para obtener madera de calidad apta para carpintería y ebanistería (que son los mejor pagados) es deseable una silvicultura basada en intervenciones tempranas, moderadas y frecuentes, que favorezcan un crecimiento en grosor más lento y uniforme. Se recomiendan rotaciones de no más de 50 años porque con la edad aumenta el riesgo de aparición de pudriciones y acebolladura, debido a que la madera de un árbol joven es más dura, resistente y elástica que la de un adulto (*Op. cit.*).

La madera de más de 20 cm de diámetro se destina al aserrío en general, y las mejores trozas, de más de 40 cm, se destinan a la obtención de chapas debobinadas o foliadas (*Op. cit.*).

No obstante lo anterior hay que considerar que los objetivos dimensionales de la madera de calidad han ido evolucionando en el tiempo debido al avance tecnológico.

La variabilidad que induce un determinado sitio sobre las características tecnológicas de cada especie es importante. La variabilidad entre árboles individuales en gran medida es controlada genéticamente, por lo que puede reducirse mediante el mejoramiento genético; por ello se debe poner especial cuidado al seleccionar el material a utilizar en una plantación (Loewe y González, 2006).

La mayoría de los árboles presentan madera con características diferentes en la base y en la punta del fuste, así como entre la porción central cercana a la médula y aquella externa próxima a la corteza, así como al interior de los anillos anuales. Estas diferencias, prácticamente inevitables, se acentúan con crecimientos incorrectos de la planta, sean estos imputables al hombre o a fenómenos atmosféricos (viento, nieve, etc.) y al sitio (exposición, características del terreno, etc.). Por ejemplo, cuando el fuste no es vertical, o su peso no está centrado respecto a su base - como ocurre en presencia de copas asimétricas - se tiene la formación de un tipo de madera particular (madera de reacción), con características diferentes, anomalía que constituye un defecto grave por su influencia negativa en el comportamiento físico-mecánico y en la trabajabilidad de la madera (*Op. cit.*).

De ahí la importancia de las prácticas silviculturales, que juegan un rol importante en el control de las características tecnológicas de la madera de plantaciones. Este control puede ejercerse de dos maneras: directamente produciendo cambios fisiológicos al interior de la planta (por ejemplo mediante fertilización, riegos, raleos, etc.) o indirectamente, condicionando el fuste (por ejemplo mediante distancias de plantación particulares), que influyen los procesos fisiológicos.

Es importante considerar que en las plantaciones destinadas a madera de alto valor debe reducirse la heterogeneidad del material, por lo que es necesario realizar intervenciones silviculturales previendo los efectos que éstas producirán en las características de la madera (*Op. cit.*).

Por lo tanto, los factores principales que determinan el desarrollo de una plantación y regulan la variabilidad de las características tecnológicas de la madera, son: especie idónea, sitio apropiado, material genético seleccionado, plantación y cuidados culturales efectuados para producir madera con la menor cantidad de anomalías posibles.

En arboricultura de alto valor la homogeneidad de la madera es sinónimo de calidad. La madera de plantas que crecen rápidamente, con anillos anchos, puede ser considerada de calidad si esta característica se mantiene durante toda la rotación.

Por el aspecto del tronco se puede estimar la calidad de la madera de un Castaño; un fuste de calidad es recto, cilíndrico, sin abultamientos causados por brotes o chupones, sin heridas de poda, podriciones o grietas. Esta madera es de calidad cuando presenta anillos de crecimiento pequeños y regulares (homogéneos) y cuando no presenta defectos como pudriciones, acebolladura, grietas o nudos (*Álvarez et al.*, 2000).

Se entiende por defecto cualquier modificación de la forma del fuste, de la constitución anatómica, de la estructura, disposición y continuidad del tejido, que signifiquen un detrimento de la calidad y cantidad de madera.

Defectos típicos de la madera son: mala forma y lesiones; bifurcaciones; ovalidad de la sección y médula excéntrica; curvatura; acebolladura; presencia de ramas a lo largo del fuste; fibra torcida; ramosidad y nudosidad; zonas necrosadas cicatrizadas; relación desequilibrada entre madera tardía y de primavera; e infecciones (*Carbone y Venzi*, 1997).

La noción de calidad de la madera se aplica al valor existente o potencial de la madera de la parte inferior del tronco, bajo la inserción de la copa (*IDF*, 1981). Para apreciar la calidad de un árbol se debe realizar un examen minucioso del tronco; desgraciadamente los defectos de la madera son numerosos, pero en general detectables desde el exterior, y corresponden principalmente a (*Op. cit.*):

- Regularidad de crecimiento: la calidad de la madera está determinada por la regularidad de los anillos de crecimiento.

- **Forma:** las trozas más apreciadas son rectas y cilíndricas. Curvaturas, fuertes disminuciones del crecimiento en altura (ahusamiento) y excentricidades, corresponden a los defectos más comunes. Cuando se trata de árboles jóvenes, no hay que ser demasiado exigentes, ya que curvaturas o irregularidades leves disminuyen o desaparecen con la edad.
- **Nudos:** son los defectos más importantes y frecuentes, en función del grosor y localización; los nudos son huellas de ramas, y se controlan a través de podas, tanto naturales como artificiales. Un árbol puede ser considerado como satisfactorio cuando en el transcurso de su crecimiento las ramas han muerto y caído, o han sido eliminadas, mientras el tronco tenía un diámetro inferior a los 8-10 cm. Un árbol puede ser considerado como bien podado si presenta nudos concentrados en su sección central. Los nudos muertos son los defectos más importantes, ya que constituyen una entrada para pudriciones y asilo para nidos de aves.
- **Heridas:** pueden originarse por daños mecánicos (maquinaria, caída de árboles cercanos, daños de animales, etc.). Las heridas dejan una marca en la madera y constituyen una entrada para patógenos.
- **Presencia de cuerpos extraños:** clavos, alambre de púas, balas y otros también deprecian la madera.
- **Dimensión insuficiente:** la madera de calidad se vende por metros cúbicos, y su valor depende de las dimensiones del árbol (a mayor grosor mayor valor). Determinados usos, como el debobinado o foliado, los más remunerativos, se realizan con las trozas más gruesas. También influye el largo de la troza, que se refiere a la sección que presenta un aspecto homogéneo (por ejemplo el largo sin ramas y sin defectos), y no el largo total. Trozas de longitud mayor proporcionan un valor agregado, el que sin embargo resulta inferior al valor agregado que deriva de diámetros mayores. Por esto resulta más rentable producir trozas gruesas y cortas.
- **Grietas:** las heladas producen grietas verticales en la madera, que afectan desde la periferia hacia el interior. Deprecian los árboles en forma importante y son más frecuentes cuando se planta una especie en un sitio no adecuado.
- **Fibra torcida:** se aprecia desde el exterior por las fisuras oblicuas de la corteza; se da ocasionalmente en Encino y Haya.

Los nudos, grietas, heridas y cuerpos extraños son reconocibles desde el exterior por las anomalías que generan en la corteza. Todos los defectos conllevan una pérdida de madera, o una pérdida de su valor, con una disminución del valor unitario.

Los defectos más frecuentes en la madera de Castaño corresponden a acebolladura, pudrición y ácidos tánicos, que dificultan su coloración. La madera de Castaño

silvestre es de mejor calidad que la de árboles injertados. Esta madera exige un secado lento y cuidadoso, para evitar grietas y deformaciones (Álvarez *et al.*, 2000).

Las especies que poseen madera de alto valor, como Nogal, Cerezo, Fresno, Castaño, Arce y otras, se utilizan en la confección de muebles de alta calidad y estilo, chapas decorativas ("veneers", foliadas), paneles de calidad, culatas de armas, fuentes, tornería, instrumentos musicales, y otros usos.

La madera de mayor calidad se destina al foliado y aserrijo; las trozas de menor calidad y de ramas gruesas se usan en carpintería y ebanistería; y la madera seca de podas o raleos constituye leña.



Figura N° 38. Troncos de calidad Castaño

4.3.2 Clasificación cualitativa de trozas y madera aserrada

El objetivo de la clasificación es atribuir la madera de un árbol a una categoría cualitativa. En la práctica, consiste en seleccionar el material en función de las posibles transformaciones industriales; desde el punto de vista comercial, consiste en atribuir un valor distinto a las diferentes clases cualitativas, valorizando la madera de buena calidad (Loewe y González, 2006).

Para las trozas el procedimiento se realiza en la fase de ordenamiento de los árboles abatidos, por medio de la observación preliminar del tronco, para definir los productos que se pueden obtener. Sucesivamente se hace un muestreo de los defectos presentes en la superficie y en las caras del tronco para identificar las características discriminantes entre una clase y otra; la medición del diámetro y del largo del tronco permite verificar la conformidad con las dimensiones mínimas solicitadas para cada clase cualitativa.

Análisis de los defectos, las características que definen la calidad de un tronco son numerosas; algunas son comunes a todas las especies, mientras que otras pueden ser identificadas solamente en algunas. En determinados casos, la presencia de un solo defecto puede ser suficiente para reducir la calidad del tronco, mientras que frecuentemente la magnitud del defecto debe ser evaluada y comparada con límites críticos que separan o definen diferentes clases cualitativas, definidas por las normas vigentes en los mercados. Además, en la definición de la calidad de un tronco pueden intervenir aspectos que no pueden ser fácilmente cuantificables, como por ejemplo el color y el veteado, que son parámetros muy importantes para algunas especies. Por ejemplo en el caso del Castaño, la presencia de manchas amarillas degrada su calidad.

La clasificación de la madera aserrada se realiza para objetivizar el concepto de calidad en el ámbito comercial. Las normativas no se adaptan a los métodos usados en la práctica comercial, por lo que queda en evidencia la necesidad de desarrollar métodos más cercanos a las exigencias del mercado.

Cabe mencionar que las maderas finas generalmente se venden con corteza, para un mejor aprovechamiento de las trozas (madera con cantos). Los precios se determinan en gran parte por la calidad, pero también por el nivel de oferta existente.

Dependiendo de la especie y del objetivo, las trozas de primera calidad se aserrear completas y, una vez aserradas, las tablas se ordenan para mantener armada la misma troza (bouleau), la que se comercializa de esa manera para lograr una mayor utilización de la materia prima.

4.4 Producción Nacional y Mundial

4.4.1 Producción nacional

De acuerdo a estadísticas del Instituto Forestal el consumo de trozas de Castaño ha sido variable en el tiempo y con una clara disminución a partir del año 2000, Cuadro N° 11, derivado de esto ocurre lo mismo con la producción de madera aserrada, Cuadro N° 12.

**Cuadro N° 11. Consumo de y trozas de Castaño por región.
Periodo 1994 - 2005**

Año	Región				
	Valparaíso	Bio Bio	La Araucanía	Los Lagos	Total
1994		858	1.114		1.972
1995		825	446	759	2.030
1996		814	1.862	304	2.980
1997			1.537	1.678	3.215

Continuación Cuadro N° 11

Año	Región				
	Valparaíso	Bío Bío	La Araucanía	Los Lagos	Total
2000					1.146
2001		450	912		1.362
2002	73	78	928		1.079
2003		190	250	128	568
2004			293		293
2005		237	811		1.048

Fuente: INFOR, 1994, 1995; 1996; 1997; 1998, 1999, 2000; 2001, 2002; 2003a, 2004a; 2006a.

**Cuadro N° 12. Producción de madera aserrada de Castaño por región.
Periodo 1994 - 2005**

Año	Región				
	Valparaíso	Bío Bío	La Araucanía	Los Lagos	Total
1994		390	525		915
1995		375	203	360	938
1996		370	874	138	1.382
1997		385	948	152	1.485
1998		393	639	4	1.036
2000		111	391	26	528
2001		205	414		619
2002	33	36	422		491
2003		86	113	61	260
2004			133		133
2005		236	246		482

Fuente: INFOR, 1994, 1995, 1996; 1997; 1998, 1999, 2000; 2001, 2002; 2003a, 2004a; 2006a.

Como se puede observar en ambos cuadros, las regiones de producción de madera de Castaño son Bío Bío, La Araucanía y Los Lagos, siendo la región de La Araucanía la mayor consumidora de trozos y productora de madera aserrada.

La variabilidad del consumo de trozas y producción de madera aserrada de Castaño (Gráfico N° 1) podría tener origen en dos causas; las mayores exigencias de calidad de la madera para la fabricación de muebles y la menor disponibilidad de madera proveniente de plantaciones forestales, las que son en general aún escasas en Chile y en especial en edad de cosecha.

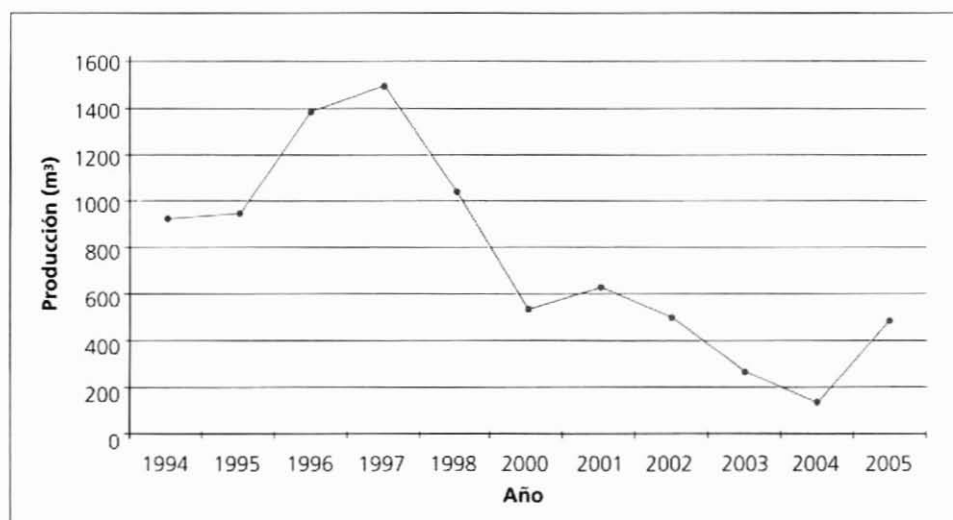


Gráfico N° 1. Evolución de producción de madera aserrada de Castaño en Chile. Años 1994-2005

En relación a la participación de madera de Castaño en la producción nacional de madera aserrada en el mismo período ha sido entre 3,3 % y 0,5 %.

4.4.2 Producción mundial

Los bosques de Castaño se concentran principalmente en Europa, teniendo Francia la mayor superficie forestada de Castaño, con 1.000.000 ha, un volumen de 88 millones de m³ y una producción anual de 4,7 millones de m³ (Bourgeois, 1992). Le sigue Italia con más de 600.000 ha, una cosecha anual de 900.000 m³ destinados principalmente a la producción de polines para la agricultura y postes telefónicos. Con menores superficies siguen España (126.558 ha); Portugal (32.100 ha); Inglaterra (30.000 ha); Grecia (17.000 ha) y Alemania (2.000 ha) (Bourgeois, 1992; Federlegno Arredo, 1992).

4.5 Mercado

4.5.1 Mercado nacional

En Chile, el Castaño es utilizado principalmente para el aserrío y tiene como uso final la industria del mueble, siendo los precios comparativamente altos en relación con otras maderas que se comercializan en el país (Cabrera y Meneses, 1998). También existe demanda por trozos de 2,4 m y 3,6 m para la industria de chapas decorativas (Loewe *et al.*, 2003).

La madera aserrada ideal en el mercado nacional es aquella cuya dimensión es de 3 x 6; 3 x 8 y 3 x 10 pulgadas, siendo requisitos de calidad la inexistencia de albura, corazón y cantos vivos (Cabrera y Meneses, 1998).

Al nivel de consumidor final, en la Región Metropolitana, la pulgada de Castaño en bruto cuesta entre \$ 5.000 y \$ 6.000. La madera seca y elaborada alcanza precios de \$ 8.000 a 10.000 /pulgada, valores similares a los alcanzados por madera de Raulí o Encino (Benedetti y Saavedra, 2003).

Según el estudio "Sondeo del Mercado Chileno de Muebles de Castaño", realizado por Fundación Chile (Benedetti y Subiri, 2000), aproximadamente el 80 % de los establecimientos que se dedican a la fabricación o venta de muebles en Santiago, conocen la madera de Castaño e incluso alrededor del 62 % de las mueblerías fabrican o venden muebles de Castaño en forma permanente o esporádica.

A pesar de que la calidad de la madera de Castaño comercializada en Chile es bastante heterogénea por provenir principalmente de árboles aislados o huertos frutales, el 70 % de las mueblerías de Santiago que lo usan le dan una buena calificación a esta madera. Generalmente por un aspecto de mayor aceptación y conocimiento de parte del consumidor, la mayoría de los muebles de Castaño son ofrecidos al cliente como de madera de Encino, sin embargo esto ha ido cambiando en los 5 últimos años donde las mueblerías publicitan la venta de muebles de Castaño.

Las formas de utilización de la madera de Castaño es sólida o en combinación entre madera sólida y chapa, lo que está dado por el tipo de mueble que más se fabrica o vende.

En cuanto a la disponibilidad de madera, no existe una clara percepción de este aspecto, lo que refleja problemas de abastecimiento que pueden estar asociados a escasez de oferta e informalidad de la actividad.

Respecto a los proveedores de madera de Castaño, existen dos canales de abastecimiento, uno formal y otro informal. El canal de abastecimiento formal está dado por las barracas y depósitos de madera, el canal informal lo integran proveedores procedentes del sur del país, que ofrecen madera directamente a las mueblerías; este último es el canal más utilizado por los fabricantes de muebles (Benedetti y Subiri, 2000).

En cuanto a exportaciones de productos madereros de Castaño, de acuerdo las estadísticas del Instituto Forestal, al contrario de lo observado en producción de madera de Castaño, ha habido un aumento constante en el retorno por concepto de exportación. Las cifras correspondientes al periodo 1990 se pueden observar en el Cuadro N° 13 y Gráfico N° 2.

Cuadro N° 13. Exportaciones de productos madereros de Castaño en US\$ FOB. Periodo 1990 - 2006

Año	US\$ FOB
1990	9.912,0
1991	17.469,0
1997	22.335,0
1999	25.025,0
2002	54.658,7
2003	70.709,3
2004	132.364,5
2005	384.806,5
2006	401.348,6

Fuente: INFOR, 2007.

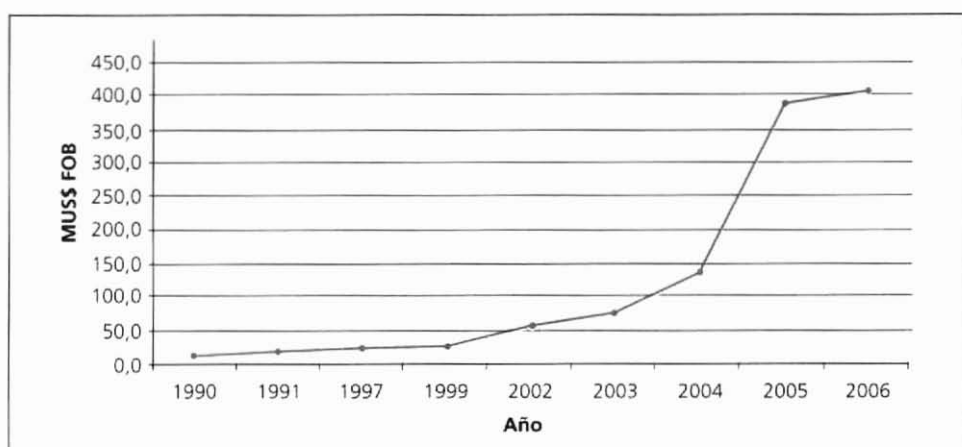


Gráfico N° 2. Exportaciones de productos de Castaño. Período 1990-2006

La composición de las exportaciones de acuerdo a productos se muestra en el Cuadro N° 14.

Cuadro N° 14. Retorno de exportaciones de productos madereros de Castaño. Período 1990 - 2006

Producto	US\$ FOB
Madera aserrada tablonés	549.659,1
Otras maderas en bruto N.E.	385.013,6
Trozos aserrables	198.805,4
Madera cepillada	38.371,3
Otros muebles	14.943,5

Continuación Cuadro N° 14

Producto	US\$ FOB
Listones	14.854,0
Sillas y sillones	8.002,0
Palmetas y parquets	2.494,0

El Gráfico N° 3 muestra la participación porcentual de los productos en las exportaciones de Castaño. Los productos más exportados en el periodo analizado son madera aserrada tablones, 45,3 %, otras maderas en bruto no especificadas, 31,8 %, y trozas aserrables, 16,4 %. Participación menor tienen productos con algún grado de elaboración como son muebles, palmetas y parquets.

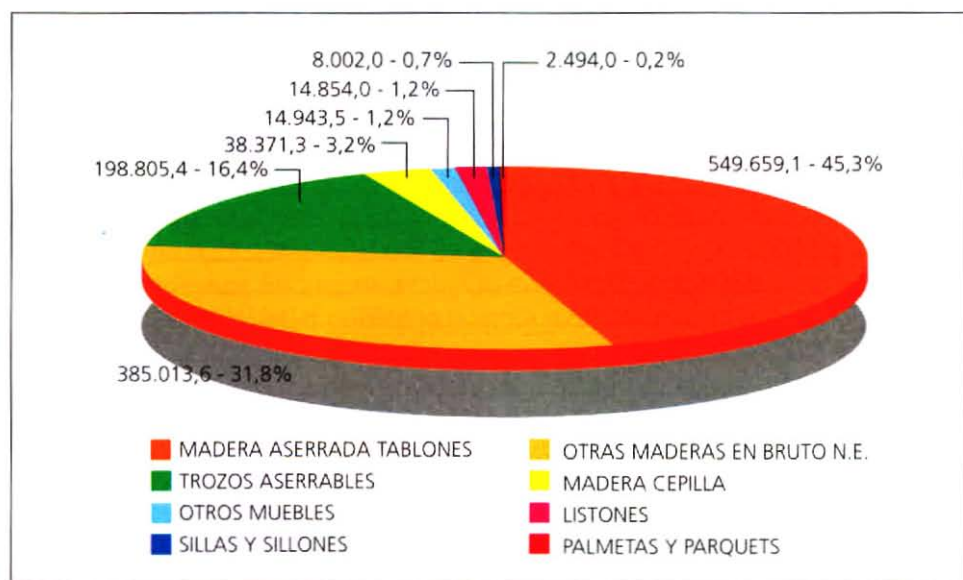


Gráfico N° 3. Exportaciones de productos de Castaño en US\$ FOB y su representación porcentual. Período 1990-2007 (Abril)

Los productos que muestran un comportamiento más estable en las exportaciones son madera aserrada y trozas aserrable. La presencia de los otros productos en las exportaciones es esporádico.

Los principales destinos de las exportaciones de madera de Castaño (Gráfico N° 4), en base a información de los años 2003 a abril del 2007, son Estados Unidos y España, participación menor tienen Italia, Alemania y Bélgica.

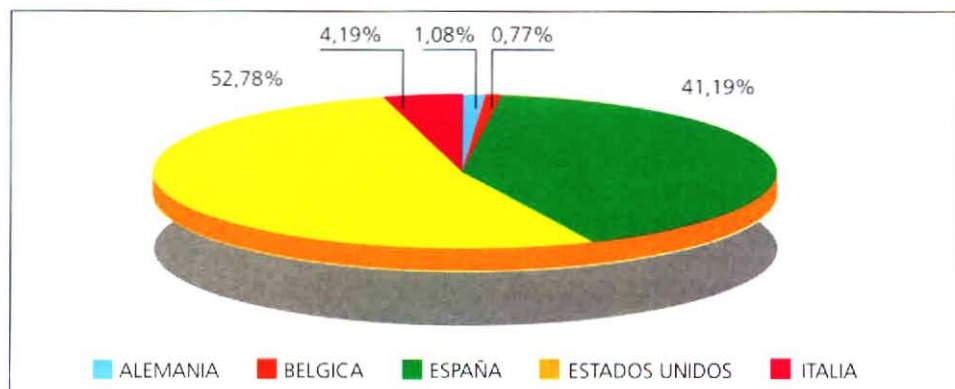


Gráfico N° 4. Destino de las exportaciones de productos forestales de Castaño. Período 2003-2006 (US\$ FOB)

A Estados Unidos se ha exportado básicamente trozas aserrables y otras maderas en bruto, a España madera aserrada y madera cepillada principalmente y algo de otras maderas en bruto y trozas aserrables. A Italia, Bélgica y Alemania se ha exportado principalmente otras maderas en bruto.

4.5.2 Mercado internacional

Los principales productores de madera de Castaño se encuentran en Francia, Italia, España, además son los países con mayor superficie de forestal de Castaño.

En la actualidad, Francia es el principal proveedor de revestimientos de madera, parquet y contrachapados de Castaño para Bélgica, Holanda y Alemania. También es el principal proveedor de madera aserrada y en trozos a Portugal, Italia y España; Portugal mantiene un volumen de importaciones desde Francia del orden de 50.000 ton/año, Italia de 43.000 ton/año y España de 15.000 ton/año (Benedetti y Subiri, 2000).

En el contexto europeo, Bélgica es el consumidor más importante de revestimientos de Castaño, en tanto que Portugal lo es de muebles de estilo campestre. Las ventajas de Francia como productor de esta especie, se refieren principalmente a que su madera es de buena calidad y sus bosques están concentrados, reduciéndose con ello los costos asociados a la explotación. Sin embargo, en Francia aún se considera que el principal objetivo del Castaño es la producción de fruta, razón por la cual el desarrollo interno de una industria asociada a esta especie no ha sido del todo efectivo (Sylvae, 2000).

Italia es el segundo productor de madera de Castaño de la Unión Europea, con una cosecha aproximada de 900.000 m³, sin considerar la leña, y es el primer productor de fruta (64.600 toneladas en 1987). Importa 43.000 ton/año de Castaño de madera en trozas y aserrada, principalmente desde Francia, y exporta

tableros del tipo placa carpintera, puertas de cocina y muebles de cocina hacia el mercado francés (*Op. cit.*).

Desde 1950, la tendencia en Italia ha sido una disminución de los pequeños huertos forestales hacia plantaciones de mayor extensión y al manejo de montes bajos. Esta tendencia se explica por la reducción del consumo de castañas, lo que ha provocado la conversión de este recurso hacia la producción de madera (*Op. cit.*).

Las exigencias del mercado de trozas en Italia son similares al francés, ya que requieren dimensiones para muebles de al menos 2 m de largo y 20 cm de diámetro; además, no deben presentar curvaturas, acebolladura ni otros daños, aceptándose nudos sanos (Zanuttini y Cielo, 1996).

Por su parte, la materia prima para el foliado en dicho mercado debe tener dimensiones de al menos 2 m de largo, 35 a 40 cm de diámetro, sin defectos tales como acebolladura, tensiones internas, desviaciones en la dirección de las fibras, grandes nudos, y otros. El color debe ser claro y homogéneo, con anillos de crecimiento uniformes. Gran parte del abastecimiento para esta industria proviene del mercado francés.

Los postes y polines son productos tradicionales de los bosques de monte bajo de Castaño en Italia, debido a su baja calidad. Por esta misma razón y la alta presencia de defectos y forma irregular de los fustes, la mayor parte de la madera se destina a la trituración para la extracción de taninos y para la producción de paneles de partículas y de fibra (*Op. cit.*).

Una tendencia general del mercado europeo es la importación de madera con algún grado de elaboración, es decir, dimensionada o simplemente "pré-débits"⁷, en desmedro de la importación de trozos. Esa tendencia (que provocará efectos económicos y técnicos), reemplazará el mercado de maderas aserradas "all sizes", es decir, de todas las escuadrías, ya que actualmente las líneas de producción exigen tamaños estándar de su materia prima. Ello surge de la necesidad de realizar un mayor control en los rendimientos de la materia prima, con el objeto de reducir al máximo los costos de producción. En este sentido, las industrias de elaboración y aserrado buscan concentrar sus recursos en la producción y no en el trozado de la materia prima. Es por ello que actualmente el mercado europeo se encuentra identificando fuentes de abastecimiento de madera tipo "pré-débits". La mayoría de las plantas europeas productoras de madera aserrada no están preparadas para satisfacer esta demanda. Actualmente, con este fin, se construyen plantas especializadas en Europa del Este. Los "pré-débits" constituyen un mercado con muy buenas expectativas de crecimiento (Benedetti y Subiri, 2000).

Precios

Los precios para los principales productos madereros con diversos grados de elaboración en el mercado nacional e internacional se presentan en los Cuadros N° 15, N° 16, N° 17 y N° 18.

7. Una interpretación de este término francés, corresponde a madera aserrada (en bruto o cepillada), en dimensiones fijas determinadas por el usuario final.

Cuadro N° 15. Precios de venta de madera de Castaño en Francia según producto (1994-2003)

Producto	Medidas/calidad	Precio	Unidad	Año
Madera aserrada	1º calidad, dimensionada	416,7	US\$/m ³	1994
Madera aserrada	2º calidad, dimensionada	300	US\$/m ³	1994
Madera aserrada	1º calidad, dimensionada	416,7	US\$/m ³	1995
Madera aserrada	2º calidad, dimensionada	266,7	US\$/m ³	1995
Bosque en pie	Depende la calidad	12-100	US\$/m ³	1995
Trozas para muebles	Diámetro < 18 cm; largo: 2,2 – 3 m	70	US\$/m ³	1995
Trozas	Diámetro > 30 cm	110	US\$/m ³	1995
Trozas para parquet	Diámetro 10 cm; largo: 1,1 m	21 – 23,8	US\$/m ³	1995
Madera aserrable	Depende la calidad	120 - 185	US\$/m ³	1995
Madera aserrable	Depende la calidad	14 - 140	US\$/m ³	1995
Madera aserrada	1º calidad, dimensionada	416,7	US\$/m ³	1996
Madera aserrada	2º calidad, dimensionada	266,7	US\$/m ³	1996
Madera aserrada	1º calidad, dimensionada	416,7	US\$/m ³	1997
Madera aserrada	2º calidad, dimensionada	266,7	US\$/m ³	1997
Madera aserrada	1º calidad, dimensionada	416,7	US\$/m ³	1998
Madera aserrada	2º calidad, dimensionada	266,7	US\$/m ³	1998
Madera en pie	Varía según calidad	70 - 350	Euros/m ³	2003
Madera aserrada	Diámetros pequeños	40 -70	Euros/m ³	2003
Madera aserrada	Para la construcción	60 - 120	Euros/m ³	2003
Trozas	Diámetros pequeños, varía según calidad, a orilla de camino	90 - 150	Euros/m ³	2003
Trozas	Diámetros > 30 cm; , varía según calidad, a orilla de camino	85 - 400	Euros/m ³	2003
Trozas para foliado	Diámetro > 40 cm. largo de 2,7 m, a orilla de camino	300 - 450	Euros/m ³	2003
Trozas para aserrar	Trozas larga	720 - 840	Euros/m ³	2003
Madera aserrada	Trozas largas, > 2,5 m; primera selección	750	Euros/m ³	2003
Madera aserrada	Trozas cortas, de 2 m; primera selección	570	Euros/m ³	2003
Madera aserrada	Trozas largas y cortas segunda selección	250	Euros/m ³	2003

Fuente: Modificado de Loewe *et al.*, 2003.

Cuadro N° 16. Precios de venta de madera de Castaño en Italia según producto (1996-2003)

Producto	Medidas/calidad	Precio	Unidad	Año
Trozas	Diámetro mayor a 16 cm	6,49 - 10,39	US\$/quintal	1996
Madera aserrada	Seca	800 - 930	US\$/m³	1997
Trozas para foliado	Diám. > 35 cm; largo > 2 m	274 - 438	US\$/m³	1997
Trozas	BC+C (Norma europea)	271,69	US\$/m³	1998
Trozas	C (Norma europea)	50,49	US\$/m³	1998
Madera aserrada	Espesor: 6,5/8/10 cm	274,82 - 439,71	US\$/m³	1999
Trozas para aserrado	Puestas a orilla de camino	83,23	US\$/m³	1999
Trozas para aserrado	Diám: 20-40 cm; largo: 2-6 m	8,13 - 13,55	US\$/quintal	1999
Trozas para postes y polines	Diám: 10-15 cm; largo: 2,50-6 m	5,42 - 7,69	US\$/quintal	1999
Trozas para postes y polines	Diám: > 5-6 cm; largo: > 2,5 m	0,54 - 2,17	US\$/cada uno	1999
Trozas para trituración	Diám: < 10 cm	3,25 - 4,07	US\$/quintal	1999
Trozas para vigas	Diám: > 25 cm; largo: > 4 m	10,84 - 16,26	US\$/quintal	1999
Trozas para vigas	Diám: < 20 cm; largo: > 3 m	6,51 - 8,34	US\$/quintal	1999
Madera aserrada		330,46 - 374,86	US\$/m³	2000
Madera aserrada, Vigas con canto vivo (uso para ríos)		286,06 - 660,92	US\$/m³	2000
Trozas para aserrado	Diám: 30-50 cm; largo: 2-4 m, sin acebolladura	8,80 - 11,02	US\$/quintal	2000
Trozas para aserrado	Diám: 15-22 cm	5,72 - 6,58	US\$/quintal	2000
Trozas para aserrado	Diám: > 25 cm	10,50-11,44	US\$/quintal	2000
Trozas para paneles		2,65 - 3,24	US\$/quintal	2000
Trozas para paneles	Descartes con corteza	1,71 - 2,13	US\$/quintal	2000
Trozas para postes y polines	Diám: 4-13 cm; largo: > 2 m	3,50 - 8,80	US\$/quintal	2000
Trozas para pulpa		3,93 - 4,78	US\$/quintal	2000
Trozas para taninos	Material viejo	3,50 - 3,93	US\$/quintal	2000
Trozas para vigas	Diám: > 20 cm; largo: > 2 m	7,42 - 15,44	US\$/quintal	2000
Chapas foliadas para muebles	Espesor: 0,1 cm	3,28 - 4,67	US\$/m²	2001
Chapas foliadas para muebles	Espesor: 0,2 cm	5,62 - 7,95	US\$/m²	2001
Madera aserrada	Origen Rusia, 2º calidad	551,7	US\$/m³	2001
Madera aserrada para muebles y piezas de puertas y ventanas	Espesor: 5-8 cm; ancho: > 20 cm; largo: > 2 m	374,32-842,20	US\$/m³	2001

Continuación Cuadro N° 16

Producto	Medidas/calidad	Precio	Unidad	Año
Madera aserrada, carpintería	Espesor: 30 cm; ancho: 12-16 cm; largo: > 2 m	271,38 - 397,71	US\$/m ³	2001
Madera aserrada, carpintería	Origen francés	561,47 - 608,25	US\$/m ³	2001
Madera aserrada, dimensionada	Origen Rusia, 1° calidad	896,5	US\$/m ³	2001
Madera aserrada, sin dimensionar	Origen Rusia, 1° calidad	873,6	US\$/m ³	2001
Madera aserrada, sin dimensionar	Origen Rusia, 1° calidad	666,6	US\$/m ³	2001
Madera aserrada, sin dimensionar	Origen francés, calidad monte	551,7-643,7	US\$/m ³	2001
Madera para carpintería		18,72 - 28,08	US\$/quintal	2001
Parquet (listones)	Primera calidad	117 - 147	US\$/m ²	2001
Parquet (listones)	Calidad rústica	130 - 132	US\$/m ²	2001
Postes y polines	Diám: 4-6 cm; largo: 2-3 m	0,59 - 2,49	US\$/cada uno	2001
Postes y polines	Diám.: 8-12 cm; largo: 2,3-2,5 m, descortezado	2,26 - 2,71	US\$/cada uno	2001
Postes y polines	Diám: 5-15 cm; largo: 2-4 m	4,97 - 8,14	US\$/quintal	2001
Trozas para aserrado, carpintería	Diám: 20-40 cm; largo: > 2,4 m	10,29 - 12,16	US\$/quintal	2001
Trozas para aserrado, carpintería	Diám: > 20 cm; largo: > 4 m	140,37 - 467,89	US\$/m ³	2001
Trozas para aserrado, carpintería		327,51 - 467,89	US\$/m ³	2001
Trozas para aserrado, piezas de puertas y ventanas	Diám: 18-20 cm; largo: 2,2-2,5 m	9,36 - 10,29	US\$/quintal	2001
Trozas para aserrado, vigas	Diám: >25 cm; largo: > 4 m, sin acebolladura	168,93 - 173,38	US\$/m ³	2001
Trozas para aserrado, vigas		151,16 - 160,04	US\$/m ³	2001
Trozas para aserrado, vigas	Diám: > 25 cm; largo: > 4 m	154,4 - 187,15	US\$/m ³	2001
Trozas para aserrado, vigas	Diám: 15-30 cm; largo: > 2,5 m	6,22 - 11,70	US\$/quintal	2001
Trozas para aserrado, vigas	Diám: > 20 cm; largo: > 4 m, sin acebolladura	12,45 - 20,0	US\$/quintal	2001
Trozas para aserrado, vigas y muebles	Diám: > 25 cm; largo: > 4 m	8,43 - 23,39	US\$/quintal	2001
Trozas para paneles, astillas		1,64 - 2,10	US\$/quintal	2001

Continuación Cuadro N° 16

Producto	Medidas/calidad	Precio	Unidad	Año
Trozos para postes y polines para bioingeniería	Diám: 13-20 cm	8,43 - 10,29	US\$/quintal	2001
Trozos para pulpa		1,40 - 2,34	US\$/quintal	2001
Trozos para taninos	Diám: > 12 cm	2,80 - 4,67	US\$/quintal	2001
Trozos para aserrado, vigas	Espesor: 18 cm; ancho: 20 cm; largo: 4-5 m	374,32 - 397,71	US\$/m³	2001
Trozos para postes y polines	Diám: 8-25 cm; largo: 2-4 m	4,67 - 11,70	US\$/quintal	2001
Trozos para taninos	Diám: 5-15 cm; largo: 1-2 m	2,51 - 4,11	US\$/quintal	2002
Madera aserrada (semicanteadas)	Espesor: 55-75 mm; ancho: > 25 cm; largo: 2,4-3,5 m	381	US\$/m³	2002
Madera aserrada para vigas	Diám: > 25 cm; largo: > 5 m, origen francés	19 - 21	US\$/quintal	2002
Trozos para vigas	Diám: > 20 cm; largo: > 7 m, origen francés	12 - 26	US\$/quintal	2002
Trozos para vigas	Diám: > 18 cm; largo: > 4 m	12 - 21	US\$/quintal	2002
Trozos para carpintería	Diám: > 20 cm; largo: > 5 m	15 - 21	US\$/quintal	2002
Madera aserrada, vigas		387 - 775	US\$/m³	2002
Trozos para carpintería	Diám: >20 cm; largo: > 2,5 m	10 - 13	US\$/quintal	2003
Trozos para postes y polines		5 - 6	US\$/quintal	2003
Trozos para taninos	Diám: > 4 cm	3,5 - 6,5	US\$/quintal	2003
Trozos para Vigas	Diám: > 20 cm; largo: > 4 m	13 - 21	US\$/quintal	2003
Trozos	Diám: > 10 cm; largo: > 2 m	7 - 16	US\$/quintal	2003
Trozos	Puestas a orilla de camino	5,2 - 8,0	US\$/quintal	2003
Madera aserrada		570 - 856	US\$/m³	2003
Tablones		375	US\$/m³	2003

 Fuente: Modificado de Loewe *et al.*, 2003.

Cuadro N° 17. Precios de venta de madera de Castaño en España y Portugal según producto (1995)

Producto	Medidas/calidad	Precio	Unidad	Año
Madera pulpable	Orilla de camino	21	US\$/m ³	1995
Madera aserrable c/corteza	Orilla de camino	45-101	US\$/m ³	1995

Fuente: Modificado de Loewe *et al.*, 2003**Cuadro N° 18. Precios de venta de madera de Castaño en Chile según producto (1996-2003)**

Producto	Medidas/calidad	Precio	Unidad	Año
Madera elaborada		309.011	\$/m ³	1996
Madera dimensionada		287.472	\$/m ³	1996
Madera elaborada		326.946	\$/m ³	1997
Madera dimensionada		305.407	\$/m ³	1997
Madera elaborada		344.966	\$/m ³	1998
Madera dimensionada		323.385	\$/m ³	1998
Madera aserrada	Verde	118.636	\$/m ³	1998
Trozas foliadas	2,4 y 3,6 m de largo por 30 cm. de diámetro, a orilla de camino	80 - 120	US\$/m ³	1998
Madera dimensionada	3x6, 3x8 y 3x10 pulgadas, puesta en barraca	300	US\$/m ³	1998
Madera elaborada		325	US\$/m ³	1998
Madera aserrada	Seca	190.800	\$/m ³	2000
Madera aserrada	Seca	203.520	\$/m ³	2001
Chapas para muebles	Espesor: 0,06 cm	1,88 - 3,04	US\$/m ²	2001
Madera aserrada	Seca	245.920	\$/m ³	2002
Madera aserrada	Seca	318.000	\$/m ³	2003
Madera aserrada	Seca	360.400	\$/m ³	2004
Madera aserrada	Seca	360.400	\$/m ³	2005
Madera aserrada	Seca	213.620	\$/m ³	2006
Madera elaborada		363.270	\$/m ³	2006

Fuente: Modificado de Loewe *et al.*, 2003.

Como se observa en los cuadros anteriores, existe una alta variedad de precios, para cada uno de los productos comercializados, variedad que está en función de la calidad de madera utilizada para elaborar los distintos productos. En general, los precios transados y ofrecidos son mayores, cuando las dimensiones de los productos son más grandes, así como el número de defectos (nudos, manchas, decoloraciones, entre los principales) son menores.

