



GOBIERNO DE CHILE  
INIA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

# *Castaño Frutal*

## Manual de Plantación y Manejo

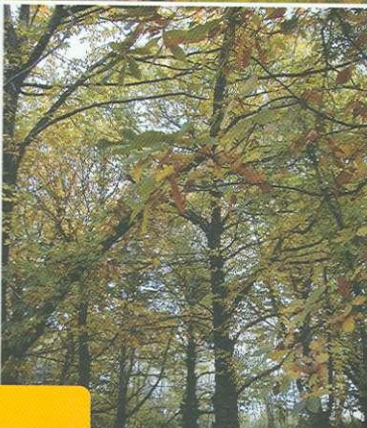
Autor:

Pablo Grau B.

Ministerio de Agricultura  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Centro Regional de Investigación Quilamapu

*Chillán, 2003.*

ISSN 0717-4829



BOLETÍN INIA - N° 106

# CASTAÑO FRUTAL

## Manual de Plantación y Manejo



Autor  
PABLO GRAU B.

Centro Regional de Investigación Quilamapu

Chillán, Chile, 2003.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS Y DESCRIPTIVAS DEL CASTAÑO</b>	11
1.1	Ecología	11
1.2	Biología floral	15
1.3	Principales especies	16
1.4	Cultivares recomendados	21
1.4.1	Elección de cultivares	21
1.4.2	Descripción de cultivares	25
<b>2</b>	<b>PRODUCCIÓN DE CALIDAD</b>	33
2.1	Calidad del material vegetal	33
2.2	Elección de portainjerto	36
2.3	Manejo de injertación en huertos adultos	42
<b>3</b>	<b>ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO</b>	47
3.1	Análisis de suelo	47
3.2	Preparación de suelo y control de malezas	48
3.3	Fertilización base	49
3.4	Plantación	49
3.5	Cronología de las actividades	53
<b>4</b>	<b>CUIDADOS CULTURALES POST-ESTABLECIMIENTO</b>	57
4.1	Poda	57
4.2	Fertilización	61
4.3	Riego	63
4.4	Enfermedades	64
4.5	Plagas	67
<b>5</b>	<b>COSECHA Y MANEJO DEL FRUTO EN POST-COSECHA</b>	71
5.1	Cosecha	71
5.2	Conservación de los frutos	74
5.3	Utilización de castañas y marrones	77
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	81

## PRÓLOGO

A pesar de la historia milenaria que tiene esta especie frutal en el mundo, y de haber sido introducido a Chile hace más de 250 años, recién a fines del siglo XX comienzan los primeros trabajos de investigación – desarrollo de castaño en el país. En 1988, apenas iniciado el Proyecto Frutales en el INIA Quilamapu<sup>1</sup>, en Chillán, se destinan recursos a trabajos en castaño debido a la potencialidad que éste tiene en un vasto sector del área de precordillera de la VIII Región, misma área de influencia del INIA Quilamapu.

El escaso desarrollo que hasta hoy tiene esta especie se puede atribuir principalmente a la baja calidad del fruto producido en el país.

El primer aspecto que se aborda en esta publicación se refiere a la calidad del fruto, debido a la importancia trascendental que éste tiene en el desarrollo del mercado de exportación, destino principal de la especie. La introducción de cultivares mejorados de castaños desde Europa hubiese sido la más rápida y fácil solución al problema. Sin embargo, la prohibición de introducir plantas y material vegetativo de castaño al país, por estar Chile libre de la principal enfermedad que afecta al castaño en los principales países productores en el mundo, impedía su realización en el corto plazo. Ello dio pie para que se iniciaran los primeros años de trabajo de búsqueda de individuos de calidad en el país, mediante colectas y caracterización de fruto en las diferentes áreas en que el castaño se encontraba presente. Este trabajo permitió seleccionar un número superior a 30 clones de buena calidad de fruto que se encuentran en evaluación en las diferentes áreas de producción. Paralelamente, y con el propósito de incrementar la variabilidad genética en la especie, a mediados de la década del 90 se logró la autorización del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para introducir cultivares de Europa y Japón. Luego de más de dos años de cuarentena, se establecieron los huertos en el INIA Quilamapu en Chillán, en donde se inició la evaluación de la calidad de fruto.

---

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu.

El análisis de los resultados logrados de la producción de los cultivares introducidos, como de algunas selecciones nacionales hasta la fecha, permiten señalar que la calidad del fruto es excelente, como así también la precocidad y niveles de producción. Este esfuerzo constituye, por primera vez en la historia agrícola de Chile, la introducción oficial de cultivares de castaño y la producción de frutos de calidad marrón en el país.

Es posible señalar, finalmente, que los trabajos realizados y en ejecución en INIA Quilamapu constituyen el impulso más importante que el género *Castanea* ha recibido en el país y que sin duda permitirá el desarrollo comercial de éste, pasando a ser una alternativa comercial rentable para un vasto sector de agricultores, especialmente de pequeñas superficies, en el área centro sur de Chile.

El Gobierno de la Región del Bío Bío, consciente de la importancia que este rubro tiene para la agricultura regional, ha estado apoyando con recursos a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), con el objetivo de realizar acciones específicas conducentes al desarrollo de la especie en la región. Esta publicación forma parte de las acciones enmarcadas en este proyecto, que se espera contribuya a la difusión y desarrollo del castaño marrón.

## INTRODUCCIÓN

El castaño europeo (*Castanea sativa*) fue introducido en Chile por los primeros inmigrantes europeos llegados a América, probablemente de Italia, España y Francia. La relativa similitud con las condiciones de clima y suelo de los lugares de origen permitió que esta especie se adaptara, por ejemplo, a una amplia zona de precordillera entre las regiones VII a X.

La tasa de crecimiento observada por la especie en el país es incluso superior a la encontrada en Europa. Las tres razones principales que explicarían este fenómeno son: el clima más benigno encontrado en Chile (invierno más corto y primavera con temperaturas más altas), inexistencia de las principales enfermedades y plagas que afectan la especie, y la calidad de los suelos volcánicos (profundos, fértiles, con alto contenido de materia orgánica).

El castaño ocupa una superficie de 417 ha en todo el país. En la práctica, la totalidad de esta superficie está formada por árboles muy antiguos, provenientes de semillas en donde no se efectuó manejo de formación con destino frutal o forestal. La producción promedio es de aproximadamente 5 toneladas de fruto por hectárea en huertos adultos, encontrándose, sin embargo, situaciones con producciones de 7 y 10 ton/ha, lo que permite apreciar el potencial de la especie.

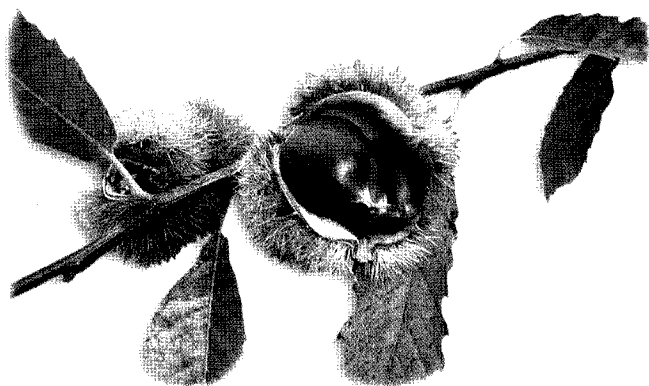
En el aspecto sanitario debe destacarse la excelente condición de la especie al no presentar plagas y enfermedades de importancia, lo cual es una ventaja con respecto a la producción en otros países. El destino final de los árboles, tras una vida útil de entre 45 y 50 años, es la industria de la madera para confección de muebles finos. Sin embargo, la ausencia de un manejo técnico de conducción con este propósito no permite un aprovechamiento óptimo de la madera producida. La producción de madera de castaño presenta, además, otra ventaja importante en Chile. En la mayoría de los países productores, en el árbol adulto en edad de cosecha de madera, ocurre un fenómeno de separación de los anillos

de crecimiento, conocido como “acebolladura” (ringshake en inglés), no conociéndose su causa. Este fenómeno no existe en Chile.

A pesar de las ventajas enumeradas, la especie, desde su introducción hasta estos días, no ha logrado un desarrollo comercial similar a otras especies frutales en el país. Diversas razones pueden explicar lo anterior, sin embargo se puede indicar que la principal causa del escaso desarrollo de la especie en el país ha sido la ausencia, hasta hoy, de cultivares comerciales de alta calidad de fruto, como existen en Europa y los principales países productores. En este contexto, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, a través del Centro Regional de Investigación Quilamapu, inició trabajos en esta especie a inicios de los 90, consciente que su desarrollo en el área centro sur del país permitiría ofrecer otra alternativa productiva a los agricultores.

En la actualidad, luego de más de 10 años de trabajo, se puede señalar que los logros obtenidos son amplios. Éstos se pueden resumir en los siguientes aspectos fundamentales: a) primera introducción de cultivares comerciales de alta calidad de Europa y Japón al país; b) aumento del conocimiento sobre manejo agronómico de huertos y comportamiento de la especie en diferentes áreas del país; c) información sobre los potenciales limitantes de enfermedades y plagas y su manejo; d) información sobre manejo del fruto en postcosecha para su óptima conservación; e) información sobre potenciales desórdenes fisiológicos y su manejo.

Durante este tiempo han sido innumerables los trabajos realizados en el Campo Experimental Santa Rosa de INIA en Chillán, como en predios de agricultores, los que han permitido conocer la respuesta al comportamiento de la planta a diferentes condiciones agroecológicas. Aunque todavía queda mucho por aprender, se puede señalar, sin temor a equívocos, que la suma de los logros obtenidos constituyen la pieza clave para que en un plazo mediano, el castaño pasará a formar parte de los rubros producidos y exportados desde Chile con éxito y reconocidos en el mercado internacional por la calidad del fruto.





# 1. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS Y DESCRIPTIVAS DEL CASTAÑO

## 1.1. Ecología

### *Suelo*

El castaño es una especie que se adapta a suelos de textura franca, aunque también crece en suelos de textura franco arcillosas, franco arenosas, arenosas, y rojos del secano interior, aunque en los dos últimos suele presentar un menor crecimiento, por su menor riqueza en nutrientes. También puede desarrollarse en suelos calcáreos, siempre y cuando no exista caliza activa en los horizontes superficiales. El castaño se adapta muy bien a suelos derivados de cenizas volcánicas presentes en la precordillera de la VIII y IX regiones, conocidos como trumaos.

No tolera suelos pesados, con problemas de acumulación de agua, y necesita, para un buen desarrollo, al menos 0,5 metros de profundidad de suelo explorable por las raíces, ya que es una planta extremadamente sensible a la asfixia radicular. Se debe poner atención a la textura del sub-suelo, especialmente cuando éste contiene un porcentaje de arcilla superior al 40%, lo cual dificulta el drenaje. Si existen dudas en este último aspecto, es recomendable solicitar un análisis físico de suelo a un laboratorio oficial<sup>2</sup>.

En Chile se ha observado que suelos arenosos, que alcanzan temperaturas muy elevadas en verano (sobre 40°C) en los primeros 10 cm, pueden causar serios problemas de pérdidas de plantas durante los primeros años de establecimiento del huerto debido a la presencia de patógenos que afectan el sector del cuello de la planta.

En cuanto a la acidez del suelo, prefiere los neutros o ácidos, ricos en nutrientes, pero sin acumulación excesiva de sales solubles.

### *Clima*

El castaño no soporta condiciones climáticas extremas, temperatura, y falta de precipitaciones. Aunque resiste bajas temperaturas, es muy sensible a

---

<sup>2</sup>Ejemplo: Laboratorio de Suelos de INIA Quilmapu.

heladas tempranas (otoñales) y tardías (primaverales). Además, requiere veranos cálidos para lograr un buen rendimiento de fruto.

En general, el castaño se desarrolla bien en áreas con una temperatura media anual comprendida entre los 10 y 14°C y en climas con regímenes térmicos no extremos (mediterráneo y supramediterráneo), viéndose afectado negativamente por regímenes térmicos más extremos (continentales).

En la VIII Región, provincia de Ñuble, las comunas de San Fabián, Pinto, Recinto, El Carmen, Coihueco, Yungay, Huépil y San Ignacio, por señalar algunas, presentan sectores con las condiciones mencionadas.

Las temperaturas críticas del castaño y la susceptibilidad de acuerdo al estado fenológico son las que se indican en la figura siguiente:

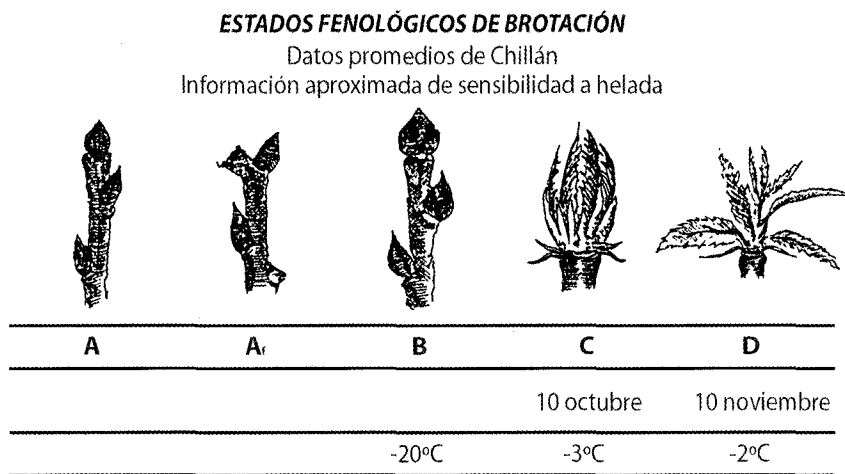


Figura 1. DE ESTADOS FENOLÓGICOS Y TEMPERATURAS CRÍTICAS.

### Explicación de los estados fenológicos

- A : yemas vegetativas en receso.
- Af : yemas florales en receso vegetativo (más gruesas que las yemas vegetativas).
- B : las yemas se hinchan y separación de las escamas.
- C : yemas se abren y caen las escamas, aparecen primeras hojas.
- D : primeras hojas abren y separan.

Durante el período de receso invernal, en el área de cultivo del castaño en Chile (dentro del área potencial de la VII a X regiones), no es posible la ocurrencia de  $-20^{\circ}\text{C}$ , luego no existe limitación en esta etapa. Por otra parte, durante el período de brotación de los cultivares de precocidad intermedia (en Chillán, VIII Región, corresponde a los meses de septiembre – octubre) no es frecuente la ocurrencia de temperaturas bajas ( $-3^{\circ}\text{C}$ ;  $-2^{\circ}\text{C}$ ), aunque en algunos años se han presentado problemas de daño en las plantas por bajas temperaturas en sectores de precordillera. Sin embargo, en cultivares de brotación temprana (híbridos eurojaponeses) es posible que puedan presentarse riesgos de heladas en algunas áreas de la precordillera o en regiones más al sur (IX, X). Estos cultivares más precoces inician la brotación entre agosto e inicios de septiembre y, en consecuencia, podrían presentar riesgos serios de heladas.

En el Cuadro 1 se indican las temperaturas mínimas absolutas registradas en un período de 30 años en diferentes localidades del país.

Cuadro 1. Temperaturas mínimas absolutas registradas en diferentes localidades del país.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA ( $^{\circ}\text{C}$ )				
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Talca	-1,8	1,8	2,6	5,7	9,1
Constitución	1,2	2,8	4,0	6,4	7,7
Concepción	-0,7	0,6	2,2	4,0	5,6
Cauquenes	-0,3	0,4	2,3	4,6	6,7
Chillán	-2,4	-1,5	0,3	3,5	4,1
Angol	-2,6	-0,5	0,6	1,9	3,7
Temuco (Carillanca)	-4,3	-3,3	-1,9	-0,3	1,4
Valdivia	-1,4	-0,4	1,3	2,7	4,7
Loncoche	-2,6	-3,0	-0,9	0,9	2,1
Osorno (Remehue)	-2,8	-2,6	-1,0	0,0	1,8
Puerto Montt (El Tepual)	-2,3	-1,9	0,0	2,1	3,3

## ***Comportamiento a la luz***

Se considera una especie de “media sombra” que requiere una cubierta en sus primeras etapas de desarrollo, sobre todo en climas con estaciones muy frías o cálidas. Sin embargo, es una especie heliófila, es decir requiere de una intensidad de luz mínima para la mantención y renovación de partes vegetativas e inducción floral.

Es frecuente encontrar huertos abandonados en los cuales no se han efectuado podas de limpieza durante años que mejoren la iluminación del árbol, por lo que sólo hay crecimiento vegetativo y producción de fruto en el área sobre la canopia o follaje en donde incide el sol, encontrándose en otros sectores sólo ramillas muertas.

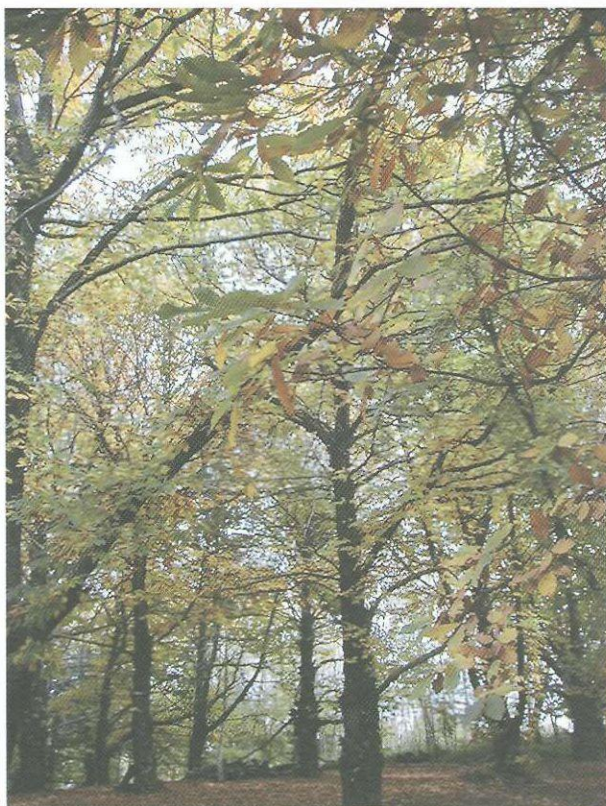


Foto 1. Árbol adulto de castaño. Se aprecia ramas muertas bajo la canopia debido a sombreadamiento. El Carmen, VIII Región, febrero 2002.

## ***Vigor y sistema radicular***

Es un árbol vigoroso que llega a alcanzar los 35 m de altura, con una copa más o menos de forma cilíndrica en la juventud, tendiente a formar una copa más globosa en la madurez, muy ramificada y con amplia superficie foliar. Los árboles viejos pueden alcanzar diámetros extraordinarios, superando en ocasiones los 8 metros. Presenta un fuste derecho que en masas densas y en pies no injertados alcanza una elevada longitud sin ramificación.

Su sistema radicular es muy extendido, potente y robusto, pero poco profundo, lo que puede suponer un riesgo de caída en árboles aislados expuestos a fuertes vientos. La profundidad incluso está asociada al tipo de suelo (textura y profundidad). En suelos compactados y/o delgados (inferiores a 50 cm de profundidad) y que tienen presencia de agua en estratas inferiores, las raíces no penetran lo suficiente para lograr un adecuado arraigamiento. En estos casos se han observado caídas de árboles por fuertes vientos, debido al escaso arraigamiento, incluso en huertos adultos (sobre 40 años).

## ***Longevidad***

El castaño es un árbol muy longevo, pudiendo alcanzar edades superiores al milenio. Así, por ejemplo, en el Castillo de Soutomaioir (Pontevedra, España) se encuentran dos árboles posiblemente milenarios.

## **1.2. Biología floral**

El castaño presenta flores femeninas y masculinas, que pueden encontrarse juntas o separadas en las ramas del árbol y no presentan autofecundación (autoestéril). Por lo tanto, es necesario favorecer la fecundación colocando dentro del huerto uno o dos cultivares polinizadores, llamados también cultivares secundarios.

Tanto los cultivares principales como los cultivares polinizadores deben ser compatibles genéticamente y florecer de forma simultánea, es decir compatibilidad fenológica.

## **Polinización**

La polinización del castaño está estrechamente ligada a las condiciones climáticas que rigen durante la floración (mediados de diciembre - mediados de enero). El polen no se libera fácilmente de las anteras. Por tanto, la polinización se

ve favorecida por temperaturas cálidas y por una reducida humedad relativa que favorece también su transporte por el viento. Generalmente se señala que el castaño es una especie anemófila absoluta, es decir, el polen es transportado sólo por el viento. Sin embargo, la presencia de insectos (abejas y otros) en actividad permanente durante el período de liberación de polen, permite considerar que los insectos también tienen un grado de participación importante en ello.

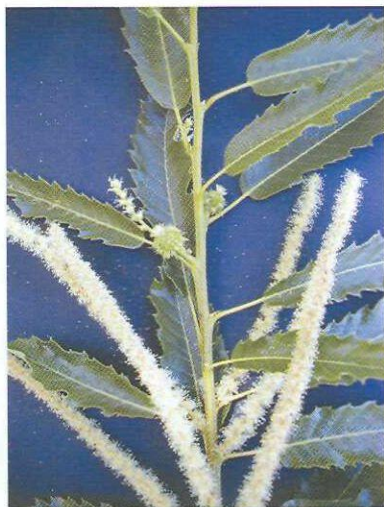


Foto 2. Amento en plena floración.

### 1.3. Principales especies

#### **Castaño europeo (*Castanea sativa* Miller)**

Su crecimiento es rápido y fuerte sobre todo en la etapa juvenil. Vive largo tiempo y puede alcanzar dimensiones considerables.

Se adapta a suelos livianos, arenosos, graníticos o volcánicos, de aluviones profundos con un bajo contenido de arcilla, con un pH no superior a 6,5. Se adapta bien en suelos con buen drenaje.

El clima al cual se adapta esta especie es variado:

- Marítimo (inviernos suaves y veranos lluviosos).
- Mediterráneo (verano cálido y seco e invierno lluvioso).
- Continental (invierno riguroso y verano cálido).

Las necesidades de agua son del orden de 700 mm por año, presentando altas exigencias al final del verano, período en el cual los frutos se desarrollan hasta alcanzar su tamaño definitivo.

Su tamaño final varía según los cultivares y la densidad de plantación. En los huertos, luego de la poda de formación, a los dos o tres primeros años los árboles adoptan un tipo de forma de globo o pirámide, según sea el sistema de conducción.

Los brotes anuales de los árboles jóvenes son gruesos, presentando un diámetro importante. Las yemas son grandes de forma triangular. Las hojas son largas y muy dentadas.

El involucreo o erizo de la castaña<sup>3</sup> puede ser de dimensiones variables según el tipo considerado: a menudo pequeño en los tipos nativos y forestales, o bien grande o muy grande en los tipos frutales de buenas variedades (8 a 15 cm de diámetro). Estos erizos se encuentran en las ramas del año, situados en la parte terminal o subterminal. Las espinas son rígidas, en ramificaciones enredadas y se encuentran en la pared externa compuesta de 4 valvas.



Foto 3. Involucreo de castaño al momento de cosecha. Chillán, abril 2003.

---

<sup>3</sup>Corresponde a la estructura que envuelve el fruto en el árbol.

La base del fruto tiene una cicatriz (cicatriz ilar), que es la traza de su inserción con el erizo. Esta cicatriz es variable en dimensión, su línea de contacto con el pericarpio<sup>4</sup> puede ser ondulada y presentar pilosidad. El tamaño de esta cicatriz permite identificar la especie dentro del género *Castanea*. La especie *C. sativa* presenta una cicatriz ilar de menor tamaño que la especie *C. crenata*, la cual llega a comprometer hacia los lados del fruto. Asimismo, el híbrido eurojaponés (*C. crenata/sativa*), presenta una cicatriz ilar intermedia en tamaño entre ambas especies.



Foto 4. Fruto de la izquierda: castaño europeo. Fruto de la derecha: castaño japonés.

### **Castaño japonés (*Castanea crenata* Sieb et Zucc)**

En su lugar de origen (Japón) es cultivado en zonas montañosas, desde el nivel del mar hasta los 1.200 a 1.300 metros de altitud. Crece en un clima insular que se caracteriza por presentar lluvias importantes todo el año y suaves temperaturas en invierno.

Los suelos donde crece en Japón son de origen volcánico reciente y bastante fértiles. Este árbol introducido en otros países presenta una menor dimensión que en su país de origen. El sistema radicular es menos profundizador que la especie *Castanea sativa*. Es sensible a la sequía en verano al no disponer de riego suplementario y crece menos en terrenos de menor fertilidad.

---

<sup>4</sup>Parte exterior del fruto que cubre la semilla.



Su altura es media y en la etapa adulta tiene una forma de esfera cerrada con sus primeras ramas colgando, tocando el suelo. En vivero, las plantas originadas de semilla son de un aspecto más fino que aquellas plantas originadas de la especie *C. sativa*, por tanto, son más altas y el diámetro menor.

Las ramas de un año son delgadas, caídas, lo que le da un aspecto de árbol lloroso cuando los frutos se acercan a la madurez (Foto 5).



Foto 5. Planta de castaño japonés, INIA Quilamapu. Chillán.

Los brotes son pequeños. Las hojas son alargadas y no dentadas.

Los erizos son de forma ovoide, de dimensiones variables. Miden de 4 a 5 cm de diámetro para los frutos pequeños y de 10 a 15 cm, a veces más, para los frutos grandes. Ellos se encuentran en las ramas en posición media, subterminal. Su dehiscencia (facilidad de desprendimiento del fruto del involucro) es variable.

Los frutos se caracterizan por presentar una cicatriz ilar muy grande que llega a veces justo hasta la parte media (Foto 4). Al interior de la cicatriz se observa una estrella en la superficie.

### **Castaño chino (*Castanea mollissima* Bl)**

Especie originaria de la China oriental y meridional. De tamaño más reducido que el castaño europeo, con fuste semierecto y ramillas ligeramente pilosas.

Esta especie ha presentado una adecuada resistencia a la enfermedad de la tinta (*Phytophthora* sp), y al cáncer de la corteza (*Cryphonectria parasítica*). Por ello se utiliza como progenitor en programas de mejoramiento en Estados Unidos y Europa.

## Híbridos interespecíficos (*C. crenata* / *C. sativa*)

Los primeros híbridos interespecíficos en Europa se originaron de cruzamientos naturales entre individuos puros de la especie europea, *Castanea sativa*, e individuos puros de la especie introducida, castaño japonés, en plantaciones vecinas. La facilidad natural de que ocurran cruzamientos entre ambas especies (compatibilidad genética interespecífica) permitió la existencia de los primeros híbridos *C. crenata/sativa*: (ej. Precoce Migoule, Marigoule, Bournette, etc.). El aporte de la especie *C. crenata* en el individuo híbrido demostró presentar diferentes aptitudes en cuanto a, resistencia de enfermedades, calibre<sup>5</sup> etc. respecto a la especie *C. sativa*, lo que motivó a mejoradores a emplear esta especie para lograr cultivares, por ejemplo con mejor adaptación a determinadas condiciones de suelo. Así, otros cultivares fueron creados por cruza- mientos controlados (Marhlac, Maridonne etc.).

Al realizar cruzamientos controlados, se pueden seleccionar características genéticas interesantes tales como:

- ⌘ Resistencia a enfermedades.
- ⌘ Mejor vigor y más precocidad.
- ⌘ Fruto tipo Marrón.
- ⌘ Buen calibre, etc.

En el caso de los cruzamientos naturales (polinización libre) se conoce el progenitor femenino, pero se ignora las características del masculino.

En Francia, estos cultivares híbridos eurojaponeses han tenido gran importancia, siendo recomendada su plantación en algunas zonas debido al aporte de características de la especie *C. crenata* que permiten mejor adaptación a determinadas condiciones (suelo, resistencia a enfermedades, etc.).

---

<sup>5</sup>Números de frutos en un kilogramo.

## 1.4. Cultivares recomendados

### 1.4.1. Elección de cultivares

#### *Antecedentes sobre los cultivares*

Los cultivares de castaña utilizados en los diferentes países europeos son numerosos. Se puede señalar que cada área en un cada país tiene sus propios cultivares que son nombrados según la localidad de producción y que pueden presentar características muy similares al fruto producido en otras regiones. Lo anterior es particularmente importante en países como Italia, donde existe un gran número de cultivares que adquieren su nombre de acuerdo a la localidad en donde se producen, y que posteriormente han sido llevados a otras zonas, adquiriendo otro nombre. Se trata, probablemente, de ecotipos (cultivar que se selecciona en el ambiente en el cual se desarrolla) provenientes en origen de pocos cultivares que se diferencian ligeramente por influencia del suelo y clima de las diferentes zonas de cultivo.

Los cultivares son tan numerosos que no sería posible señalar en este boletín las características de todos ellos. Sin embargo, se señalarán los más importantes en el aspecto cualitativo, de acuerdo a las exigencias del mercado. El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, a través del Centro Regional de Investigación Quilamapu, ha realizado introducciones de cultivares de castaño de Europa y Japón, y mantiene jardines de evaluación de comportamiento desde la VII a X regiones.

Cuadro 2. Cultivares introducidos por INIA Quilamapu.

CULTIVAR	ESPECIE	ORIGEN
Bouche Rouge	Castanea sativa	Francia
Citta di Castello	Castanea sativa	Italia
Marrone di Marradi	Castanea sativa	Italia
Marrone fiorentino	Castanea sativa	Italia
Marrone di Chiusa di Pesio	Castanea sativa	Italia
Marrone di Val di Susa	Castanea sativa	Italia
Marrone di Castel del Río (2)	Castanea sativa	Italia
Marrone di Castel del Río (B)	Castanea sativa	Italia
Marrone di Montemarano	Castanea sativa	Italia
Marrone di Castel Borello	Castanea sativa	Italia
Marrone di Cuneo	Castanea sativa	Italia
Marigoule	C.crenata/C.sativa	Francia
Precoce Migoule	C.crenata/C.sativa	Francia
Castagna de la Madonna	Castanea sativa	Italia
Tanzawa	Castanea crenata	Japón
Ginyose	Castanea crenata	Japón
Ishizuchi	Castanea crenata	Japón
Tsukuba	Castanea crenata	Japón

Antes de mencionar los antecedentes correspondientes a cada cultivar, es importante referirse al concepto por el cual el fruto del castaño, en el comercio internacional, se distingue entre marrón y castaña.

### Diferencia entre marrón y castaña

La distinción entre fruto marrón y castaña responde a un criterio comercial y no botánico. Sin embargo, implica una cotización comercial muy diferente en el precio del producto e incide notablemente sobre la rentabilidad del productor.

El origen de esta diferencia está en la capacidad que tiene un determinado tipo de fruto, en base a sus características determinadas genéticamente, de ser utilizado para el consumo fresco y/o sometido a procesamiento industrial, o bien destinado a otros usos. Esto derivó en la necesidad de nombrar de manera diferente a aquellas variedades que poseían tales atributos.

La distinción entre marrón y castaña difiere según el país. En este contexto, los países occidentales que más experiencia tienen en lo que se refiere a procesamiento de fruto son Italia y Francia, siendo ellos, en consecuencia, quienes tienen un sistema de clasificación diferente. En el sistema francés el criterio se basa en un aspecto cuantitativo principalmente, mientras que en el sistema italiano la distinción la determina un aspecto cualitativo, es decir, características de calidad definidas.

### ***Sistema de clasificación francés***



FOTO 6. Fruto tipo marrón (monoembriónico) y tipo castaño (poliembriónico: 2 y 3 embriones).

En Francia, la denominación de marrón se refiere a un fruto no dividido, de un solo grano. La castaña, por lo tanto, es un fruto dividido que presenta en el mismo pericarpio más de un grano normalmente desarrollado. El número de granos (embriones) puede ser de 2 a 5.

Al efectuar un corte en la mitad del fruto, la masa cotiledonar (comestible) es completa en el caso del marrón o, entendido de otro modo, es un fruto no dividido. En el caso de la castaña, la masa cotiledonar está dividida completamente en varios granos, cada uno de los cuales posee, a su vez, un embrión. Un cultivar recibe el nombre de **marrón** en Francia cuando la proporción de frutos divididos (poliembriónicos) es inferior al 12%. Además, debe presentar un leve compromiso de los tegumentos invaginados dentro de la masa cotiledonar. Finalmente, el fruto tiene que poseer la característica de permitir la remoción del pericarpio y tegumento o episperma<sup>6</sup> de forma fácil. Por el contrario, se denomina castaña si el porcentaje de frutos divididos es superior a 12% y no posee las características anteriormente señaladas.

<sup>6</sup>Delgada capa que se encuentra bajo el pericarpio y cubre el fruto comestible.

La experiencia demuestra que el carácter “poliembriónía”, es decir, la presencia de más de un embrión en un fruto, está altamente influenciado por condiciones ambientales, lo que se evidencia en una variación anual importante. En efecto, en el Programa Frutales de nuez de INIA Quilmapu, evaluando ecotipos seleccionados localmente (precordillera de la VIII Región), se ha observado, por ejemplo, que un ecotipo en un año presenta sobre un 40% de poliembriónía; sin embargo, el mismo ecotipo en otro año presenta sólo un 3 a 4% de poliembriónía. Por otra parte, otros ecotipos expresan una gran estabilidad en cuanto a la expresión de poliembriónía, independiente del año.

### ***Sistema de clasificación Italiano***

El sistema italiano se refiere a características cualitativas de calidad de fruto que se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Distinción entre castaña y marrón.

<b>CASTAÑA</b>	<b>MARRÓN</b>
1) Fruto de pequeña dimensión (calibre superior a 90 frutos / kg).	1) Calibre inferior a 80 - 85 frutos / kg.
2) Fruto de pericarpio color café oscuro y uniforme	2) Color del pericarpio claro con estriados oscuro en sentido longitudinal, bien marcado.
3) Forma esférica alargada o casi cónico.	3) Forma oval alargada.
4) Pericarpio grueso y coriáceo con tegumentos internos (episperma) que se inserta dentro de la masa cotiledonar.	4) Pericarpio delgado con tegumento que penetra muy poco en la masa cotiledonar y se extrae con facilidad.
5) Difícil trabajo de extracción de tegumento y pericarpio del fruto.	5) Pulpa o masa cotiledonar suave y dulce que no se deshace en la cocción.

El fruto marrón tiene una doble utilización (consumo fresco e industria). La castaña puede ser destinada al consumo fresco o a la producción de castaña blanca y deshidratada que se utiliza para la confección de harina de castaña.

Por las características mencionadas, el fruto marrón es particularmente demandado por la industria para la producción de productos finos como "Marrones Glasé" u otro uso de la industria de confitería.

En general, la cotización comercial del fruto marrón en el mercado, corresponde al doble del valor de la castaña.

Por lo señalado, se describirá principalmente algunos cultivares de marrón que, tras cuatro años de evaluación, se recomienda su plantación en el país de acuerdo a los resultados obtenidos en Chillán, ubicado en latitud 36° 36' latitud sur y 72° 05' longitud oeste.

#### **1.4.2. Descripción de cultivares**

##### ***Marrones***

##### **Marrone di Citta di Castello**

##### ***Origen***

Este cultivar se encuentra difundido en la comuna de Citta di Castello, Umbria y Monte Santa Tiberina (Italia). La altura en donde se sitúa la mayor zona de producción se encuentra entre los 600 y 800 metros sobre el nivel del mar.

##### ***Árbol***

Vigoroso, tronco con corteza estriada, canopia que tiende a formar ramas caídas y ramificaciones con hábito expandido.

##### ***Fruto***

Muy grande, excelente calidad de fruto. Calibre 76 (76 frutos por kg). Forma elíptica con ápice en punta y base redondeada. Fruto de color marrón claro.

Presenta estriado regular y pericarpio de espesor medio. Tiene un 7% de poliembriónía, clasificándose como un fruto de características marrón de acuerdo a la clasificación francesa.

*Carácter agronómico*

De alta capacidad productiva. La caída de frutos en Chillán se inicia en la primera semana de abril y se extiende durante todo el mes.

*Carácter comercial e industrial*

Utilizado para el consumo fresco y la industria de proceso.

Cultivar introducido en 1996 a Chile por INIA Quilamapu.



Foto 7. Fruto marrón del cultivar Citta di Castello. Chillán, abril 2003.



Foto 8. Corte del fruto marrón cultivar Citta di Castello. Chillán, abril 2003.



## Marrone di Montemarano

### *Origen*

Cultivar difundido en la región de Campania en Italia, de donde fue seleccionado.

### *Árbol*

Muy precoz. Se destaca por la precocidad en entrar en producción, superando a los demás cultivares en Chillán.

### *Fruto*

De muy buena calidad. Presenta un calibre 65. El grado de poliembrionía es inferior a 6%, clasificándose como un fruto de características marrón de acuerdo a la clasificación francesa.

### *Carácter agronómico*

La caída de fruto comienza en Chillán en la última semana de marzo y se extiende durante todo el mes de abril.

### *Carácter comercial e industrial*

Fruto de excelentes características para consumo fresco y procesamiento. Se destina principalmente a la industria de la confitería.

Cultivar introducido en 1996 a Chile por INIA Quilamapu.



Foto 9. Fruto marrón del cultivar Montemarano. Chillán, abril 2003.



Foto 10. Corte del fruto marrón del cultivar Montemarano. Chillán, abril 2003.

## **Marrone di Monte Cuneo**

### *Origen*

Cultivar seleccionado en la zona de Cuneo, al Norte de Italia, en Piamonte.

### *Árbol*

De vigor medio.

### *Fruto*

Fruto de calibre 75/80. Tiene las características de fruto marrón según la clasificación italiana, y además presenta un porcentaje de poliembrionía inferior a 2%, lo que lo clasifica como un fruto de características marrón de acuerdo a la clasificación francesa.

### *Carácter agronómico*

La caída de fruto comienza la primera semana de abril en Chillán y se extiende durante todo el mes.

### *Carácter comercial e industrial*

De muy buenas cualidades para consumo fresco y uso industrial.

Cultivar introducido en 1996 a Chile por INIA Quilmapu.

## Marigoule

### *Difusión*

Híbrido natural entre *C. crenata* y *C. sativa*. Se cultiva ampliamente en diferentes regiones productoras en Francia, debido a su amplia capacidad de adaptación.

### *Árbol*

Es más exigente en suelo que cultivares de *C. sativa* debido a su origen japonés, siendo necesario riego y fertilización más frecuentes debido a su sistema radicular más superficial y fasciculado<sup>7</sup>. Cultivar sensible a heladas debido a la precocidad de brotación.

### *Fruto*

Calibre 40-80, de medio a grande, en el 80% del fruto cosechado. De forma elíptica corta y algunas veces elíptica triangular. Presencia de poliembrionía inferior a 5%, siendo clasificado como marrón según la nomenclatura francesa. El pericarpio es de color café brillante y cicatriz muy grande, característico de cultivares híbridos.

### *Carácter agronómico*

Buena productividad, muy dependiente del clima y de la presencia de adecuados polinizantes (compatibles). Tiene una brotación de yemas vegetativas precoces y madurez semiprecoz. La cosecha se inicia la última semana de marzo y se extiende hasta la primera semana de mayo en Chillán. Es un cultivar resistente a *Phytophthora* en su lugar de origen (Francia).

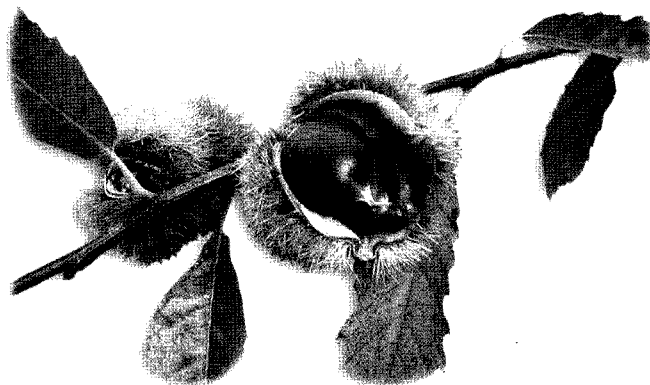
### *Carácter comercial e industrial*

Conservación natural buena a muy buena. Tiene muy buena aptitud a la extracción del pericarpio y tegumento mediante métodos mecánicos. De buen sabor, se emplea para conservería y confitería. No se recomienda para la transformación de marrones al natural debido al porcentaje elevado de residuos al ser procesado el fruto.

Cultivar introducido en 1996 a Chile por INIA Quilamapu.

---

<sup>7</sup>Sistema radicular consistente en finas raicillas de largo de crecimiento similar.



## 2. PRODUCCIÓN DE CALIDAD

Una de las premisas para la obtención de una adecuada rentabilidad en la plantación de un huerto de castaño para fruto es la calidad de la castaña que depende, principalmente, del cultivar o cultivares empleados. Sea cual sea el cultivar elegido, existen una serie de caracteres a tener en cuenta para evaluar la calidad de la castaña que, a su vez, condiciona el uso final que se le dará al producto. De modo general, el carácter más importante es la tabicación. Otras características importantes son el calibre, la facilidad de pelado y el sabor, éste último especialmente para consumo en fresco y al natural (conservas).

Se debe mencionar que la precocidad en la producción es muy bien valorada en el mercado. Por este motivo, en algunos países europeos es frecuente el empleo de cultivares japoneses o híbridos eurojaponeses (*C. crenata/sativa*) debido a que la especie *C. crenata* presenta una época de cosecha más precoz que el europeo. Sin embargo, el castaño europeo es la especie de mejores características para fruto, aunque algunos cultivares del castaño japonés también pueden ser interesantes por su grueso calibre (fruto grande) y su carácter marrón, razón por la cual están siendo objeto de selección desde mediados de los 80 en Francia. Es importante tener en consideración que el castaño japonés o el híbrido (*C. crenata/sativa*) es de brotación más precoz que el *C. sativa* y, en consecuencia, mayor el riesgo de daño por heladas en sectores de menores temperaturas, o presencia de heladas tardías de invierno.

### 2.1. Calidad del material vegetal a emplear en plantaciones

#### ***Calidad exterior de la planta***

El costo de la plantación de un huerto de castaño hace necesario contar con una planta de alta calidad que asegure el éxito de la plantación.

Una planta es de calidad cuando presenta una buena condición genética (buena adaptación y aptitud) y características fisiológicas y de forma que le permiten un buen arraigamiento y posterior crecimiento. En principio, una planta bien conformada tendrá también un buen estado fisiológico, pues la morfología de la planta es la respuesta a las condiciones ambientales y a las prácticas culturales del vivero. Dentro de los parámetros morfológicos que se pueden evaluar, los más frecuentes son la altura, el diámetro en el cuello y la relación parte aérea/parte radicular.

En general, una planta presenta buenas características morfológicas cuando presenta un eje único. Debe haber un equilibrio entre el sistema radicular y la parte aérea. Es decir, es preferible adquirir una planta de menor altura (60 – 70 cm), pero con un sistema radicular vigoroso, que una planta de 1,5 ó 2 metros con un sistema radicular desequilibrado, debido a que tendrá mayor dificultad en lograr un adecuado establecimiento. Es importante que el tallo se encuentre libre de ramas, de forma que el crecimiento en primavera se inicie a partir de las yemas situadas sobre el tallo, y que haya crecido 1 ó 2 años en vivero.

Una altura excesiva de las plantas en vivero puede agravar el estrés que se produce durante el arranque y manipulación de la planta para su establecimiento en el huerto, por lo que se debe optar por plantas de tamaño medio que presentan, además, un menor costo de adquisición. En este aspecto, es importante no confundir calidad de planta con tamaño, ya que una planta de más de 2 años, de considerable tamaño y diámetro, que no fue vendida por el vivero la temporada anterior, puede erróneamente atraer a un comprador. Sin embargo, no es precisamente la planta ideal para establecer en el huerto debido a que su capacidad de adaptación al huerto definitivo será probablemente menor a otra de menor tamaño y, por ende, de menor costo.

El equilibrio entre la parte aérea y radicular es un aspecto fundamental. La planta de castaño de una temporada alcanza alturas variables, desde 25 cm a más de 60 cm. La planta está perfectamente equilibrada si el peso de las raíces es igual al peso del tallo. Es importante que la raíz se encuentre bien desarrollada y esté formada por numerosas raíces secundarias. Se debe rechazar las plantas con un sistema radicular escaso, o que presenten importantes curvaturas, por su alta probabilidad de fracaso en la plantación definitiva. Es muy frecuente encontrar un desequilibrio entre la raíz y el desarrollo aéreo en plantas de castaño, en desmedro de la raíz. Al ocurrir algún estrés, esta situación representa un alto riesgo de supervivencia posterior a la plantación, debido a la menor capacidad de absorción de agua y/o nutrientes del suelo y al posible ataque de patógenos.

Un aspecto de gran interés es la posibilidad de que la planta se haya micorrizado en vivero. La presencia de micorrizas en las raíces permite una serie de ventajas tanto al sistema radicular como a la planta misma. Entre estas ventajas se encuentran, por ejemplo, protección de las raíces al ataque de ciertos hongos patógenos, mayor capacidad de exploración de suelo, y mayor absorción de algunos minerales, entre otras<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup>El INIA Quilamapu desarrolla trabajos de investigación en esta área.

### **Calidad genética**

Desde el punto de vista de la calidad genética, el material vegetal que se emplee en la plantación de un huerto de castaño debería garantizar, como mínimo, la adaptación de las plantas a las características ecológicas de la zona de plantación, presentar buenas aptitudes para producción de fruto, y ser resistente a las principales enfermedades. Como se ha mencionado en este boletín, la diferencia de calidad del fruto entre marrón y castaña es de una importancia fundamental, debido a la cotización comercial al momento de su transacción, especialmente en el mercado internacional.

Es importante al momento de decidir establecer un huerto, adquirir plantas en un vivero que certifique la identidad genética del cultivar. Lamentablemente, es muy frecuente, no sólo en la especie castaño sino en muchos otros frutales, que años después, cuando se comienza a obtener las primeras producciones, constatar que las plantas adquiridas y establecidas en el huerto no correspondían al cultivar deseado. Por lo anterior, es incluso recomendable atrasar la plantación un año para conocer un vivero que dé la confianza necesaria de la calidad genética de la planta.



Foto 11. Vivero de castaños en INIA Quilamapu, Chillán 2002.

### **Adaptación ecológica**

Por razones obvias, para iniciar un huerto productivo de castaño se debe contar con el cultivar adecuado. Este cultivar corresponde a una planta obtenida por métodos de reproducción vegetativos, única forma de reproducir la planta original. La información obtenida del comportamiento del cultivar en la región o área a establecer, constituye la primera y más valiosa fuente de cono-

cimiento. En el caso de cultivares de reciente introducción que aún no son conocidos, se requiere disponer de la información generada por las instituciones de investigación que hayan introducido y/o se encuentren desarrollando trabajos de investigación/desarrollo en la especie en el país<sup>9</sup>.

### ***Aptitud***

La aptitud de la planta se refiere a cuan adecuada se presenta para un determinado fin productivo, ya sea producción de madera, fruto o ambos simultáneamente.

### ***Resistencia a enfermedades***

La obtención de plantas resistentes a la enfermedad de la tinta se ha conseguido con castaños híbridos.

Para tener mayores garantías de que las plantas no están afectadas por enfermedades, se recomienda el injerto en vivero de cultivares tradicionales sobre patrones resistentes, que deben ser vigorosos y con un buen sistema radicular.

## **2.2. Elección de portainjerto**

### ***Necesidad de injertar***

Cuando se va a establecer una plantación para producción de castañas, los árboles que la componen se deben injertar con cultivares que produzcan frutos de calidad. No se recomienda emplear árboles procedentes de semilla debido a que no produce castañas de interés comercial. La práctica del injerto es útil, asimismo, para rejuvenecer cultivares viejos o sustituir, mediante reinjerto, un cultivar que ya no interesa. En el castaño es especialmente importante realizar el injerto sobre portainjertos idealmente tolerantes o resistentes a la tinta, sobre todo en aquellas zonas o sectores en los que es previsible el ataque de esta enfermedad, por ejemplo suelos con problemas de drenaje.

Para producción de fruto, el portainjerto puede provenir de semilla procedente de buenas variedades tradicionales de producción de castaña o bien clones propagados en forma vegetativa, de forma de obtener el portainjerto sobre el que se injertan púas. El portainjerto también puede ser castaño híbrido en zonas atacadas por *Phytophthora* (enfermedad de la tinta). Existen igualmente algunos híbridos resistentes que son productores directos (no necesitan

---

<sup>9</sup>Es el caso de INIA Quilamapu para el género *Castanea*.



portainjertos), aunque la calidad de sus castañas es en general menor. En INIA Quilamapu se desarrollan trabajos para la obtención de portainjertos resistentes a enfermedades de suelo (*Phytophthora* sp.).

En plantaciones para producción de castaña es recomendable establecer el huerto con árboles injertados con más de un cultivar. De esta forma, si la producción de alguno de los cultivares no es buena en un año determinado debido a problemas de polinización, por ejemplo, otros cultivares pueden compensar esta pérdida, puesto que la época de polinización no es la misma para todos los cultivares.

La plantación debe realizarse con plantas terminadas, es decir, las plantas ya injertadas en vivero y con un desarrollo adecuado. Es también una práctica empleada el realizar la plantación de los portainjertos en el huerto definitivo y, posteriormente, efectuar la injertación. Esto se realiza cuando por motivos de poca disponibilidad de plantas terminadas, el agricultor prefiere adelantar un año con la plantación del huerto. Este sistema supone un manejo muy cuidadoso de las plantas por un tiempo prolongado, desde incluso antes de la injertación, para que las plantas se encuentren en un estado adecuado y el porcentaje de prendimiento de la injertación sea óptimo (sobre 90%). La experiencia ha demostrado que, excepto en algunos casos aislados, el resultado es negativo, siendo recomendable iniciar la plantación con plantas terminadas.

También se emplea en algunos países realizar el injerto a los 3-4 años de la plantación, cuando los portainjertos se han adaptado y tienen un buen sistema radicular. En caso de que la plantación se establezca a partir de rebrotes de cepa, el injerto se puede realizar al año siguiente de la emisión de rebrotes, puesto que el sistema radicular del portainjerto se encuentra totalmente desarrollado.

Cuando el injerto se realiza sobre la plantación ya establecida, los portainjertos pueden ser tanto jóvenes como adultos (incluso muy viejos si son vigorosos). En árboles adultos, se debe preparar el portainjerto desde un año antes de la injertación mediante la corta de ramas gruesas, para favorecer la emisión de brotes sobre los que se injertarán las púas.

Si la plantación se establece con plantas injertadas previamente en el vivero, el injerto debe haber sido realizado en la misma época en todas las plantas, para que la plantación se desarrolle uniformemente. Asimismo, el número de plantas producidas debe ser superior al que se necesitará para la plantación, a fin de poder reemplazar las posibles pérdidas. Los portainjertos exigen una cierta preparación, como la poda previa de los brotes en los puntos en que se desea efectuar el injerto.

## Generalidades sobre púa y portainjerto

Al realizar el injerto es preciso que el vigor de la púa y portainjerto sean semejantes, dado que el portainjerto y la púa intercambiarán sus elementos nutritivos tras la unión. Si injertamos una púa vigorosa sobre un portainjerto débil, la púa se desarrollará con dificultad; y si injertamos una púa poco vigorosa sobre un portainjerto vigoroso, la abundante savia de éste ahogará a la púa.

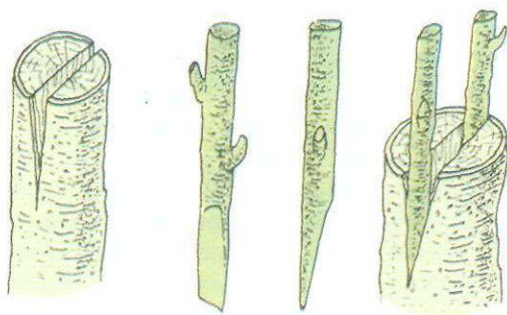
Las púas deben obtenerse de árboles sanos, frondosos, productivos y de una edad intermedia. Esto se debe hacer a partir de ramillas de un año de la parte media del árbol, maduros y de vigor moderado (comienzo de la actividad vegetativa). Deben tener al menos una yema susceptible de desarrollarse, y a veces varias. Los árboles que han de proporcionar las púas se podan en años alternos, con el fin de permitir que las yemas que portan maduren completamente.

Por lo general, las púas se cortan entre junio y julio. Si las púas se recogen durante el invierno, en un día seco y no muy frío, se atan en grupos y se estratifican en arena conservándose entre 1 y 3°C. La estratificación prolonga el reposo vegetativo y conserva las púas en perfectas condiciones hasta el momento del injerto.

## Tipos de injerto

### *Injerto de hendidura o de cuña*

Se realiza desde fines de agosto a mediados de septiembre. Se utilizan púas de 10-15 cm, que portan 2-3 yemas. Después se corta la base de la púa en forma de cuña sobre una longitud de 2-3 cm, comenzando a la altura de una yema colocada en el dorso de la púa.

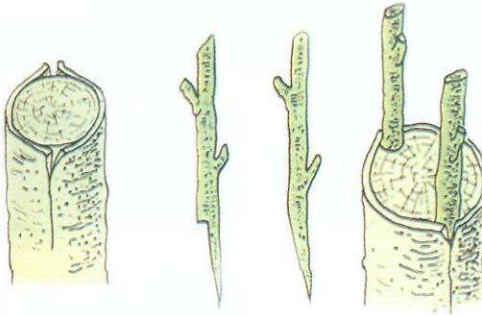


Preparada así la púa, se corta horizontalmente el patrón y sobre este corte se practica una hendidura vertical de unos 6 cm de profundidad que pasa por el

centro del tronco. En esta hendidura se introducirá la base de la púa, asegurándose de que ésta quede apretada y que los sistemas vasculares del portainjerto e injerto queden en íntimo contacto. Por último se ata, cubriendo con un mástico (pasta de injertación) la zona de unión.

### ***Injerto de corona***

Se realiza en octubre-noviembre. En este tipo de injerto las púas se insertan bajo la corteza del patrón. Tras hacer un corte horizontal u oblicuo en el tronco por encima de la superficie del suelo, se insertan una o más púas con 2-3 yemas y una de sus caras cortada en lengüeta en la base. Las púas se insertan con la parte cortada mirando hacia adentro, asegurándose una vez más que su sistema vascular entre en contacto con el del patrón.



### ***Injerto de yema o escudete***

Puede hacerse en primavera, verano y en otoño. Se denomina de esta forma porque el injerto está compuesto de una placa o escudete de corteza que lleva en su parte central una yema. El patrón se prepara haciendo una incisión en T sobre la corteza, insertando en su interior el escudete. Es particularmente utilizado para sujetos o ramas jóvenes, de uno a tres años de edad, de corteza delgada, lisa y tierna.

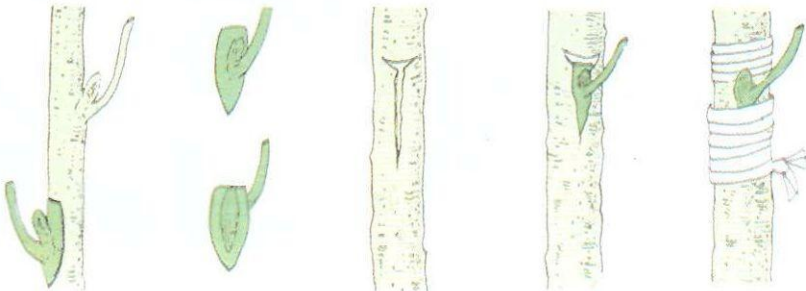




Foto 12. Planta de castaño injertado en INIA Quilamapu.

### ***Injerto “chip budding”***

Este tipo de injerto se realiza a inicios de brotación (septiembre-octubre) en la VII y VIII regiones, o más tarde hacia el sur (noviembre-diciembre) debido al mayor riesgo de presencia de heladas, para el caso de injerto a ojo vivo. El material de propagación (ramillas nuevas) debió ser colectado durante el receso vegetativo en los meses de invierno y guardado en condiciones de humedad con temperaturas de 3 a 5°C.

Para injertos en “ojo dormido” la injertación se realiza durante los meses de febrero-marzo, y el material de propagación se colecta en el mismo momento, de ramillas de la temporada Foto 13.



Foto 13. Injerto de «chip budding».

### 2.3. Manejo de injertación en huertos adultos

El castaño en Chile ha sido diseminado durante muchos años a partir de reproducción sexual, es decir de semilla, lo que ha provocado una desuniformidad muy grande en los huertos. Esta desuniformidad se puede apreciar no sólo en el tipo de fruto que produce un huerto de castaños, sino además en la forma de los árboles, época de floración, madurez del fruto, etc. Esta situación puede ser mejorada mediante dos tipos de manejos:

- ✳ Corta y arranque de árboles adultos y plantación nueva.
- ✳ Corta de parte aérea y reinjertación.

La opción de una u otra alternativa depende obviamente de la decisión del productor. Sin embargo, el estado de los árboles constituye un factor muy importante en la decisión.

En huertos con árboles muy viejos que presentan ramas madres enfermas o muertas, debiera eliminárseles para comenzar una nueva plantación con cultivares mejorados.

Por otra parte, árboles en buen estado sanitario y vigorosos debieran mantenerse y proceder a un programa de reinjertación con cultivares mejorados.

La injertación debe hacerse con cultivares de reconocida calidad genética y por personal capacitado, de lo contrario existe el riesgo de perder tiempo y dinero.

Las etapas en la reinjertación de huertos consiste en la eliminación de la canopia y ramas madres en una temporada y, posteriormente, la reinjertación en el segundo año Foto 14.

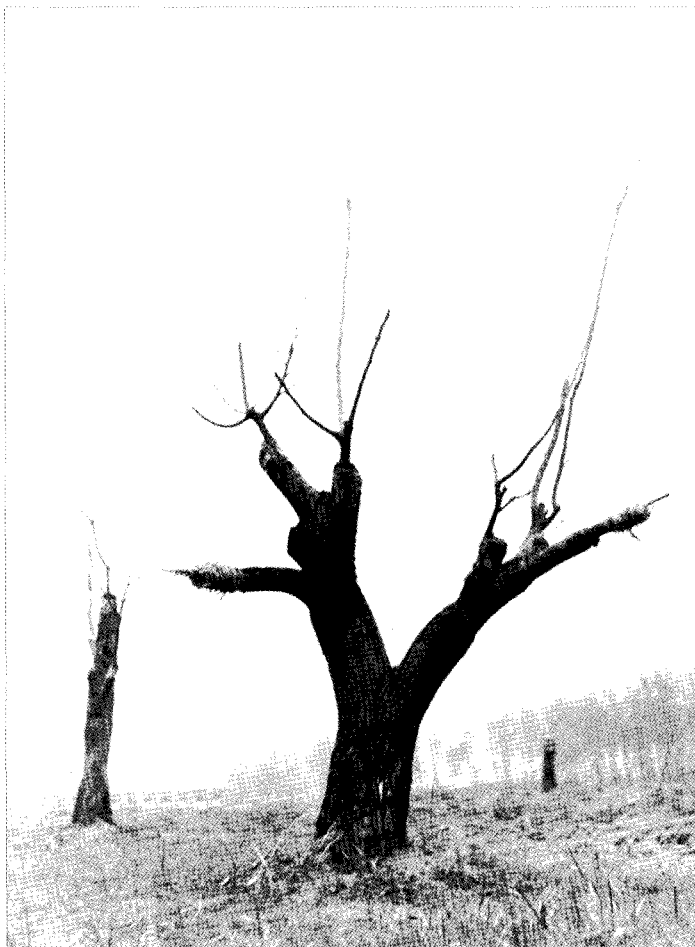
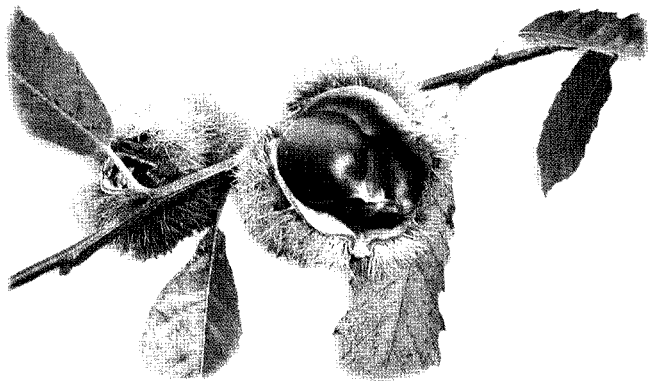


Foto 14. Renovación de árbol adulto con injertación de cultivar marrón.





### 3. ESTABLECIMIENTO DE UN HUERTO DE CASTAÑOS

#### 3.1. Análisis de suelo

Previo establecimiento de un huerto de castaños es necesario realizar análisis de suelo tanto en el aspecto nutricional como fitosanitario y físico.

##### *3.1.1. Análisis nutricional*

Este tipo de análisis puede revelar la presencia normal, exceso (menos frecuente) y/o carencia de algún nutriente y la necesidad de incorporarlo en una cantidad determinada al momento de la plantación. Es importante que la muestra de suelo sea enviada a un laboratorio de confianza (hay laboratorios que periódicamente evalúan las técnicas empleadas en organismos de certificación internacional de reconocido prestigio, como el laboratorio de diagnóstico nutricional de INIA Quilamapu).

#### *Características de los suelos apropiados para la plantación*

##### **Suelo ácido**

pH inferior a 7.

##### **Materia orgánica**

Nivel mínimo : 2 a 3%.

##### **Macroelementos: nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio.**

Éstos pueden, en principio, ser corregidos por enmiendas.

Fijarse particularmente en el nivel de calcio (4.0-6.0 cmol (+)/kg), potasio (0,3-0,5 cmol (+)/kg, y magnesio (0,8-1,5 cmol (+)/kg).

##### **Oligoelementos: cobre, boro, zinc, manganeso.**

Las carencias más frecuentes son boro y zinc. En Europa (España) se ha observado síntomas de toxicidad por exceso de cobre (luego de una viña por ejemplo). El exceso o un alto nivel de manganeso en el sub-suelo es un signo de hidromorfia, es decir, de estancamiento del agua y, por lo tanto, de asfixia radicular. En general, los oligoelementos deberían encontrarse en un nivel superior a 1.0 ppm.

### **Sub-suelo filtrante con una granulometría equilibrada**

Contenido de arcilla inferior a 25%.

Contenido de limos finos inferiores a 35%.

Contenido de limos gruesos comprendidos entre 12 y 30%.

#### **3.1.2. Análisis fitopatológico**

Con respecto al análisis fitopatológico, el más importante al establecer un huerto frutal consiste en el análisis de nemátodos. La presencia de una determinada especie de nemátodos en una concentración dada, puede significar una alta probabilidad de fracaso del huerto. En suelos de precordillera de la VIII Región se han encontrado poblaciones elevadas de nemátodos. Estos nemátodos son especialmente graves en huertos frutales, por las heridas que provocan al sistema radicular, permitiendo la entrada de hongos patógenos (*Phytophthora* por ejemplo). Asimismo, el laboratorio donde se envíe la muestra para el análisis de nemátodos debe ser de confianza<sup>10</sup> debido a que existen diferentes técnicas y capacidad de detección de nemátodos de acuerdo a los equipos y experiencia del personal. La eliminación de nemátodos del suelo no es tarea fácil y normalmente demora más de un año, por lo que es aconsejable practicar este análisis incluso antes de hacer otras inversiones. Después de obtener los resultados de los análisis, se debe hacer la elección de los cultivares.

#### **3.2. Preparación de suelo y control de malezas**

Las labores de suelo se realizan en verano. Es importante realizar un despeje que consiste en eliminar del terreno árboles, troncos, piedras o cualquier obstáculo que dificulte la futura plantación. Asimismo se debe emparejar el terreno para corregir las irregularidades de la superficie. También pasar un arado subsolador para destruir el pie de arado y mejorar el drenaje, en caso que sea necesario. La experiencia ha demostrado que esta práctica de manejo se justifica ampliamente y compensa el costo involucrado.

Es importante tener siempre en consideración que el castaño es una planta muy sensible a la humedad y a la asfixia radicular. Cualquier manejo que se pueda hacer en el terreno para reducir esta condición, será en beneficio directo no sólo de un buen establecimiento de las plantas, sino también de una sanidad, producción óptima y longevidad del huerto.

---

<sup>10</sup>Laboratorio de Fitopatología y Nematología del INIA Quilamapu.

La presencia de malezas perennes constituye un serio problema de competencia durante los primeros años del huerto.

Previamente a la preparación del suelo, debe observarse el tipo de malezas que está presente en él. Al confirmarse la presencia de malezas perennes, se debe aplicar un herbicida (glifosato o sulfosato) antes que éstas inicien su receso. La época de aplicación de herbicida recomendada es entre marzo y abril, antes de proceder al laboreo del suelo (abril mayo).

### **3.3. Fertilización base y adición de materia orgánica**

El análisis nutricional del suelo entregará los antecedentes sobre la disponibilidad de elementos, aunque generalmente indicará deficiencias de alguno de ellos. La fertilización base se refiere a la necesidad de agregar un fertilizante al suelo, antes de la plantación, con el propósito de distribuir uniformemente los nutrientes en el perfil y, de esa forma, asegurar la entrega homogénea durante la etapa de postplantación. El fertilizante y la dosis adecuada depende del resultado del análisis y debe ser recomendada por un especialista.

En suelos con bajo porcentaje de materia orgánica (inferior a 2%), es aconsejable agregar materia orgánica como guano de establo fermentado. La dosis recomendada es de 3 a 4 kg de materia seca (8 a 10 kg de guano fresco) por casilla de plantación, en mezcla homogénea con el suelo. No aplicar sólo el guano directamente en la zona radicular.

### **3.4. Plantación**

Una vez que el terreno se encuentra preparado (fertilizado y laborado) se puede realizar la plantación.

#### ***Distancia de plantación***

Las plantaciones frutales en Chile frecuentemente se han establecido a un marco definitivo, con espaciamentos muy amplios entre plantas, desde 10 x 10 hasta 12 x 12 metros (que equivalen a densidades de plantación de 100 y 70 árboles / ha, respectivamente). Estos marcos favorecen la formación y el desarrollo de copas globosas y bien soleadas. Como se mencionó anteriormente, los árboles plantados en el país han sido de semilla es decir "franco", lo que produce un árbol muy vigoroso, que entra tardíamente en producción. Sin embargo, el concepto moderno de plantación de huertos frutales considera

el establecer huertos intensivos, los que además de emplear plantas injertadas, que inician su producción más temprano, expresan una reducción del crecimiento vegetativo en comparación con el árbol "franco". Ello permite un incremento de la densidad de árboles por ha, que dependiendo de varios factores como la especie, el cultivar, potencialidad del suelo, disponibilidad de riego, clima, etc, puede ser de 8x8, 8x7, 7x7, 7x5, 6x4, etc. Densidades mayores provocarían competencia entre copas, las que tenderían a desarrollarse más en el plano vertical, disminuyendo la luz que llega a las zonas bajas de la copa, obteniéndose menor producción de fruto, pero un mejor destino forestal (propósito producción de madera).

### **Trazado**

Para la marcación y trazado del huerto se utiliza el método de la cuerda mediante el sistema 3:4:5., colocando el vértice de la cuerda hacia el vértice del potrero. Con la ayuda de una sogá se ubican los lados paralelos a líneas de referencia del potrero a plantar.

### **Tutores**

Resulta aconsejable poner tutores a los árboles. Ellos son obligatorios para una formación en eje. Se debe elegir tutores de acacio, de castaño o pino tratado. Los tutores deben ser colocados antes de poner la planta, lo que evitará un daño en las raíces de ésta si son introducidos al suelo postplantación. Colocar el tutor al lado sur del árbol, debido a que durante el período de crecimiento predomina el viento sur. En consecuencia, al estar el tutor al lado sur del árbol, la amarra protege que éste se curve hacia el norte. La amarra debe ser suave y no debe estrangular la rama. Evitar también que se produzcan heridas en el tronco por efecto del roce con el tutor. Para ello, la planta debe estar separada del tutor por la amarra, por al menos 5 a 8 cm.

### **Preparación de las plantas**

La planta de castaño a raíz desnuda debe manejarse cuidadosamente. Se debe transportar desde el vivero con el sistema radicular debidamente protegido, evitando la exposición al aire o al sol, al exceso de calor o a la disposición muy apretada, para evitar desecación, fermentación y rotura. El castaño, como la mayoría de las especies frondosas, es más sensible a este tipo de daños que otras especies más rústicas como los pinos.

Las plantas luego de ser sacadas del vivero, pueden ser almacenadas en arena húmeda al abrigo de las heladas mientras se espera un día favorable para la plantación (ni lluvia, ni heladas). Justo antes de plantar se puede humedecer las raíces. Posteriormente, si se observa algún daño en las raíces, cortar las

raíces con una tijera (desinfectada en agua con cloro al 1%) para que éstas no sean demasiado largas ni muy enredadas en las puntas. Las nuevas raíces se formarán desde estas puntas.

### ***Hoyo de plantación***

Éste debe ser de 50 cm de ancho y poco profundo (20 a 30 cm). El porta injerto tiene un sistema radicular complicado, por lo que es necesario poner las raíces como estaban en el vivero, bien separadas unas de otras. La marca del injerto debe quedar visible sobre el suelo.

El fondo del hoyo debe estar mullido. No se recomienda poner los fertilizantes directamente en el hoyo de plantación, pero se pueden mezclar con un poco de tierra o de compost al momento de tapar el hoyo.

De forma opcional, como prevención contra *Phytophthora*, se puede aplicar entre 5 a 10 gramos de Metalaxil o Fosetil aluminio (aplicado al suelo o asperjado al follaje, respectivamente).

### ***Época de plantación***

El momento más adecuado para plantar es desde mayo hasta finales de julio. Para plantar se deben evitar los días de mucho viento, ya que se provocan rápidas desecaciones del sistema radicular. También se debe evitar los días de fuertes heladas, ya que un suelo muy frío impide un íntimo contacto de la tierra con la raíz, impidiendo de esta forma el arraigo de la planta. Los días más adecuados son los nublados, con niebla o lluvia ligera, sin llegar a provocar encharcamiento del suelo.

### ***Plantación***

Al momento de plantar, el cuello de la planta debe quedar sobre el nivel del suelo. Con el apisonado y riego bajará hasta quedar a la misma altura que estaba en el vivero. Este aspecto es de una importancia trascendental. La causa más común de fracaso en las plantaciones realizadas por agricultores, en el área de precordillera (a pesar de las recomendaciones), ha sido la plantación demasiado profunda de la planta. Al parecer es un concepto muy arraigado entre los agricultores el enterrar demasiado la planta. Al parecer, esto se debe a que se piensa que la planta más enterrada tiene capacidad para extraer más agua del subsuelo. Aunque esto puede ser correcto, lo más probable es que la planta morirá, siendo entonces imposible que pueda extraer agua del subsuelo. El cuello de una planta (no solamente castaños sino muchas otras especies frutales) no resiste condiciones de enterramiento, sobre todo porque se expondrá a exceso de humedad cuando se riega. Esta alta sensibilidad a exceso

de humedad es porque se facilita que la planta sea atacada por algún hongo patógeno como *Phytophthora*, terminando por morir.

Primero se agrega la tierra superficial en el hoyo, hasta que se termine y luego se rellena el hoyo con la tierra extraída del sector más profundo. Se debe apisonar la tierra en el hoyo con la precaución de no dañar las raíces. El apisonado se realiza con los pies y no con la punta de palos o piquetes, ya que se pueden producir heridas y corte de raíces. La planta se debe regar inmediatamente hasta saturar el suelo, eliminando de esta forma los espacios de aire en el hoyo de plantación. Finalmente, después de regar, se debe agregar tierra hasta dejar un montículo en la base de la planta para prevenir un futuro asentamiento del suelo.

### ***Protección de las plantas***

En caso de preverse daños sobre la plantación por animales, se deberá proteger las plantas para garantizar su supervivencia, siendo la opción más económica, el cercado del perímetro del huerto.

El empleo de protectores individuales se puede plantear tan sólo en pequeñas poblaciones o en las realizadas a gran espaciamiento, debido a su elevado costo. La altura del protector individual depende de la especie contra la que se quiera proteger la planta, siendo como mínimo de 0,60 m para conejos, 0,75 m para liebres, 1,2 m para ovejas y 1,5 m para ganado vacuno. La oferta de protectores individuales, así como su precio, es muy variada, pudiéndose emplearse tubos cingéticos, tubos con efecto invernadero y mallas plásticas o metálicas.



Foto 15. Planta de castaño con tubo protector. San Pedro, VIII Región, febrero 2000.

### 3.5. Cronología de las actividades

<b>Primavera:</b>	Tomar las muestras de suelo y sub-suelo y enviarlas a un laboratorio para su análisis.
<b>Verano:</b>	Realizar la preparación del terreno.
<b>Marzo – abril:</b>	Control de maleza.
<b>Abril - mayo:</b>	Fertilizar. Laborar el suelo (rastraje) a una profundidad de 25-30 cm. Aplicar la materia orgánica.
<b>Fines mayo - junio:</b>	Hacer los hoyos de plantación y plantar. No se recomienda el uso de barrenos para hacer los hoyos de plantación, debido a que el uso de este implemento sella con frecuencia las paredes del suelo, produciendo precisamente el efecto que se debe evitar. Es decir, impide un adecuado drenaje del agua en sentido lateral del suelo.
<b>Julio:</b>	Colocar los tutores. La plantación se puede realizar hasta fines de julio. Pasada esta fecha se corre el riesgo de no tener una plantación exitosa.
<b>Septiembre:</b>	Fertilizar árbol por árbol: potasio, fósforo y la mitad de la dosis anual de nitrógeno.
<b>Noviembre:</b>	Aplicar la segunda mitad de la dosis de nitrógeno.
<b>Noviembre a marzo:</b>	Riego y laboreo al pie de los árboles.





## 4. CUIDADOS CULTURALES POST - ESTABLECIMIENTO

### 4.1. Poda

#### ***¿Por qué podar?***

Para imponer una forma al árbol que permita un mejor desarrollo del fruto y, por lo tanto, aumentar la producción.

Un árbol que se desarrolla completamente solo, puede presentar algunos inconvenientes, como ramas muy bajas que limitan las labores de suelo, el riego y la cosecha. Por otra parte, la vegetación muy abundante puede afectar la productividad por insuficiencia de luz en la planta.

#### ***¿Qué forma elegir?***

La forma piramidal (eje central) es la más conveniente, porque permite una mayor densidad por hectárea y, en consecuencia, una producción precoz y mayor productividad ya que aumenta la captación de luz dentro de la copa.

La forma denominada gobelet, o en forma de globo (redondeada), que es muy antigua y fue muy difundida en Francia hasta fines del siglo pasado, no es muy adecuada, a excepción del cultivar Bournette (plantado en Francia). Para la mayor parte de los cultivares no se recomienda este tipo de conducción, ya que los árboles ocupan mucho espacio y se pierde productividad temprana.

#### **La poda de formación**

Cualquiera que sea la técnica utilizada, el tipo general de poda a utilizar será la formación en eje central.

La poda de formación dependerá de los objetivos del productor:

- ⊗ Si el productor desea la obtención de un fuste (tronco) adecuado de madera para posteriormente venderla, deberá dejar un fuste mínimo de 2,7 m antes de formar el árbol.
- ⊗ Por el contrario, si no le interesa la producción de madera, puede formarlo a unos 60-80 cm del suelo. El propósito es tratar de que el árbol emita laterales a partir de los 60-80 cm. Si naturalmente tiene los laterales al

momento de la plantación y éstos se encuentran con adecuados ángulos de inserción (entre 70 a 90°), se deben conservar. Si los laterales que emite tienen ángulos muy agudos (menos de 30°), se les debiera eliminar y forzar a nuevas emisiones de laterales con ángulos más abiertos. Asimismo, no es aconsejable que se produzcan laterales cerca del eje por competencia.

El principio consiste en conducir el eje central en forma vertical, idealmente con un tutor, y elegir las ramas laterales mejor dispuestas alrededor del eje que luego serán los soportes de las zonas de producción de fruta.

Algunas reglas simples a considerar:

- ⊗ Dar prioridad absoluta al eje que será siempre el más grande en diámetro y más alto que las ramas laterales.
- ⊗ Se eliminan generalmente las 2 ó 3 ramas laterales más próximas al eje, ya que se corre el riesgo de que éstas la sigan.
- ⊗ Los laterales deben estar en un ángulo abierto con el eje (cercano a 90°).
- ⊗ El vigor de las ramas laterales debe tener un vigor medio.
- ⊗ Las ramas laterales se deben elegir en función de su disposición en el espacio.

Esta elección es a menudo difícil de realizar ya que las ramas están mal dispuestas o su ángulo de inserción con el eje principal es muy agudo, o ellas se encuentran ausentes en el eje. Para solucionar este tipo de problemas se pueden amarrar dos ramas bajas y estirarlas en forma horizontal, sosteniéndolas con un cordel o amarrándola al pie del árbol vecino.

### **Primer año**

Es posible que la planta presente laterales al momento de plantación, y éstos se encuentren bien ubicados (sobre los 60 cm y con adecuados ángulos de inserción (entre 70 a 90°), aunque esto no es lo común. En el primer año se procede a eliminar los laterales completamente, con el propósito de estimular el crecimiento del eje principal. Es decir, el objetivo de este manejo es formar el eje central con prioridad absoluta.

Este manejo se debe realizar durante los meses de verano (diciembre-enero) o sea, después de que las ramas y hojas hayan contribuido a establecer el árbol, desarrollar su sistema radicular y ayudar a crecer el eje principal.

## **Segundo año**

Durante el segundo año se deben escoger las primeras ramas laterales, eliminando las ramas bajo 60 - 80 cm y eliminando también las que estén más próximas al punto de inicio de crecimiento de la temporada del eje principal. Esto evita la competencia con el eje principal. Normalmente se dejan 3 a 4 laterales.

## **Tercer año**

A partir del tercer año se debe escoger la segunda zona de laterales, es decir, las ramificaciones de las ramas principales. Nuevamente se deben eliminar las ramas que muestren competencia con el eje principal y las ramas que estén bajo los 60 -80 cm del tronco. Debe, asimismo, favorecerse la prolongación de cada ramificación secundaria para estimular un crecimiento piramidal del árbol.

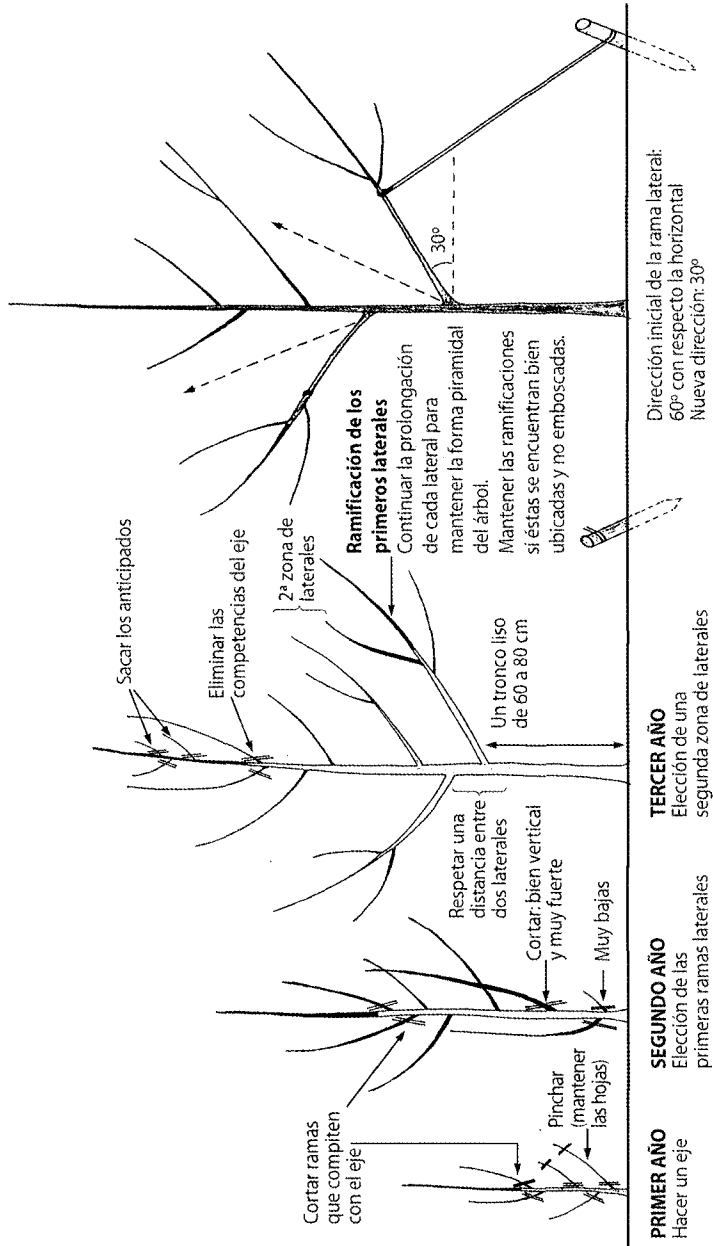
Estimular el crecimiento de las ramas laterales primarias en ángulos de 30° como óptimo. Esto favorece la rápida entrada en producción de estas ramas bajas muy vigorosas, no causando a su vez competencia con las ramificaciones superiores ni con el eje principal.

La formación del eje permite una homogeneidad de forma y de comportamiento, aunque es difícil de mantener luego del quinto año, ya que el castaño presenta un fuerte vigor en sus ramas bajas lo que lleva a los árboles a tomar una forma globosa. Este fenómeno corresponde a la entrada en producción de los árboles que comienza alrededor del cuarto año.

Hacia el 4-5 año, la poda se resume en permitir mayor luminosidad. Hay una necesidad de penetración de luz necesaria para la fructificación (las hojas son grandes y el follaje es muy opaco) y además existe la necesidad en la mayoría de los cultivares de mantener el vigor. Para ello se debe eliminar las ramas que son menos fuertes, para ir lo más posible al exterior de la corona.

# PODA EN EJE DEL CASTAÑO

Realizar en verde; diciembre, enero, febrero.



### **¿Cuándo podar?**

De preferencia en diciembre-enero (poda en verde), debido a que ya se ha producido el crecimiento fuerte de primavera y se puede observar fácilmente los cortes a realizar. Dos o tres intervenciones son necesarias.

En diciembre se podan los brotes para detener su crecimiento, dejando algunas hojas que son esenciales para el árbol en ese momento.

En enero se pueden podar la base de los brotes. La cicatrización estará lista antes del invierno.

La poda de invierno permite corregir la poda realizada durante el verano, dado que la ausencia de hojas permite ver mejor la silueta del árbol.

## **4.2. Fertilización**

En un huerto de castaños se recomienda hacer una fertilización básica al establecimiento que se puede continuar o mantener varios años con el fin de aumentar la rapidez de instalación de la planta en el terreno. Así, se supera antes la etapa juvenil, donde la planta es más sensible a la competencia y a todo tipo de daños, tanto bióticos como abióticos. Por otra parte, los suelos de la precordillera son predominantemente ácidos, mostrando deficiencias de fósforo prácticamente todos ellos. El castaño, como otras especies frondosas, es una especie que requiere suelos de cierta fertilidad para su buen desarrollo.

El análisis de suelo es la herramienta que indica la necesidad de fertilización de un huerto. Si no existe un análisis de suelo se debe considerar la siguiente recomendación:

Cuadro 4. Fertilización de mantención.

AÑO	CANTIDAD DE ELEMENTO	ÁREA (m <sup>2</sup> ) DE APLICACIÓN POR ÁRBOL
1	Nitrógeno 50 g Fósforo 46 g Potasio 80 g	1
2	Nitrógeno 100 g Fósforo 92 g Potasio 160 g	1,5
3	Nitrógeno 150 g Fósforo 46 g Potasio 240 g	2
4	Nitrógeno 200 g Potasio 320 g	2,5
5	Nitrógeno 250 g Potasio 400 g	3,0

Después del sexto año, agregar la siguiente recomendación:

- ✱ Nitrógeno: 60 a 80 unidades por ha a partir de octubre.
- ✱ Potasio: 80 a 120 unidades por ha (160 a 240 kg/ha de sulfato de potasio) desde de octubre.
- ✱ Fósforo: Hasta el tercer año. Aplicar en otoño.

Fuentes de fertilizantes:

- ✱ Nitrógeno: Nitrato de amonio (33% de N), Urea (45% de N).
- ✱ Fósforo: Superfosfato triple (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).
- ✱ Potasio: Sulfato de potasio (50% de K<sub>2</sub>O).

#### 4.2.1. Análisis foliar

Es importante que cada dos años se realice un análisis foliar del huerto con el propósito de determinar posibles deficiencias de algunos elementos. El momento de efectuar el muestreo y la forma deben ser consultados a un especialista, en el laboratorio en donde se realiza el análisis, como asimismo la interpretación de los resultados.

### 4.3. Riego

Es absolutamente necesario regar el huerto de castaño desde su establecimiento. Durante los meses de verano es poco frecuente la ocurrencia de precipitaciones, especialmente en la VII y VIII regiones. El sistema radicular poco desarrollado y superficial durante los primeros años, aún no permite una exploración del perfil en busca de agua. El árbol en situación de estrés hídrico presenta una baja producción. El riego es, por lo tanto, obligatorio para obtener una buena producción, además, el calibre del fruto depende directamente de este factor. En este aspecto como ya se ha mencionado, el castaño es una planta muy sensible a problemas de mal manejo del riego debido a su extrema sensibilidad a problemas de asfixia radicular por exceso de humedad en el perfil. La mayoría de los problemas observados en las plantaciones de castaño en Chile se deben a exceso de humedad, ya sea por exceso de riego o plantaciones en sectores poco adecuados y no a falta de riego.

La experiencia ha demostrado que dependiendo del tipo de suelo, se requiere mucho cuidado al establecer las frecuencias de riego y dosis, debido a que suelos incluso franco arcillosos pueden producir asfixia radicular en el castaño. En este sentido no está demás recalcar que la mayoría de los problemas observados se relaciona con excesos de agua y no falta de ésta.

#### ***Período***

El riego debe comenzar antes de que el suelo se encuentre demasiado seco, esto es desde noviembre hasta la cosecha (abril para los cultivares tardíos).

#### ***Microaspersión***

Es un sistema intermedio entre la aspersión y la aspersión localizada. Los microaspersores aportan entre 50 y 100 litros de agua por hora, según sea el modelo. Algunos se autoregulan, lo que es favorable en terrenos con una pendiente ligera, pero es necesario utilizar un filtro de agua ya que los orificios son muy finos siendo fácil que se obstruyan.

Se emplea 1 ó 2 por árbol en función de su tamaño.

La cantidad de agua a aplicar será en función de la reserva útil del suelo. La frecuencia de riego dependerá de la demanda climática (5 a 7 días según la evapotranspiración potencial (ETP)). Es importante que el agua no moje en la zona de unión injerto/portainjerto para evitar problemas fitosanitarios.

### ***Irrigación localizada (riego por goteo)***

Se recomienda utilizar este método en zonas donde el agua es muy escasa.

El cálculo de la dosis se realiza sobre la base de 3 mm por día por m<sup>2</sup> cubierto por la vegetación. Se puede tomar como base el árbol más vigoroso de la parcela o bien se puede calcular sobre la base de 4 mm por día para una superficie media por árbol.

El riego por goteo exige un aporte de agua diario, y este método requiere una fuente de agua bien filtrada para evitar obstrucción de goteros.

Se pueden colocar 2 goteros por árbol (8 litros por hora) al inicio de la plantación y luego poner dos más por árbol al tercer año, si no es posible colocar un gotero por metro en caso que la densidad de plantación sea alta (200 árboles por hectárea).

Al momento de la plantación, cada árbol debe tener un gotero a menos de 50 cm del tronco. Hay que evitar poner los goteros exactamente contra el tronco, ya que esto puede causar mortalidad del árbol debido a la pudrición de las raíces.

En conclusión, el riego por goteo demanda cierta capacidad técnica por parte del agricultor, pero permite economizar en agua y disminuir el volumen radicular, limitando su crecimiento (canopia).

No existen evidencias probadas, pero se ha visto que el castaño necesita ser regado entre mediados de enero y la cosecha, es decir, durante el período de mayor intensidad de crecimiento de los frutos. El aporte de agua durante este período tiene un efecto positivo sobre el calibre de los frutos.

## **4.4. Enfermedades**

La sanidad del castaño en Chile es excepcional, ya que prácticamente no se conocen enfermedades ni plagas de importancia en el país.

En la mayoría de los países productores del mundo, el castaño es afectado por una grave enfermedad fungosa denominada Cáncer del castaño (*Cryphonectria parasítica*). Esta enfermedad ha sido la causa de la destrucción de extensas áreas en Europa, Estados Unidos y Asia. Afortunadamente esta enfermedad no ha sido introducida a Chile y es nuestra responsabilidad el tratar que se mantenga fuera de las fronteras.





Foto 16. Planta de castaño afectada con cáncer del castaño (*Cryphonectria parasitica*), en Bordeaux, Francia, 1998, enfermedad no presente en Chile.

El mayor problema que existe en el castaño en Chile es la enfermedad provocada por *Phytophthora sp.*, denominada enfermedad de la tinta. Este nombre se debe a la coloración oscura que se deposita y escurre a veces sobre la madera, similar a la tinta negra. Esto ocurre debido a la oxidación de los taninos de la madera al reaccionar con los metabolitos producidos por el hongo señalado. La *Phytophthora* es un hongo que se encuentra habitualmente en los suelos, y que puede no constituir un problema si se toman las medidas necesarias para evitar su acción en la planta. Sin embargo, al producirse condiciones que favorecen la enfermedad como suelos muy húmedos, daño radicular, riego excesivo, exceso de profundidad de plantación etc., la enfermedad aparece causando daños que pueden llegar a eliminar el árbol.

El hongo se encuentra en el suelo, en donde puede causar la destrucción del sistema radicular. Éste puede provocar daño a nivel de cuello y/o raíz, siendo más frecuente, al parecer, el daño a nivel de raíz en árboles adultos. El síntoma más usual de la enfermedad en árboles jóvenes consiste en el decaimiento y rápido desecamiento de las hojas. Esto ocurre especialmente durante la primavera y verano. En árboles adultos se aprecia la aparición de ramas madres muertas en su totalidad. Sin embargo, debido a la gran masa radicular de estos árboles, éstos pueden permanecer durante algunos años con el aspecto señalado, pudiendo finalmente secarse por completo.

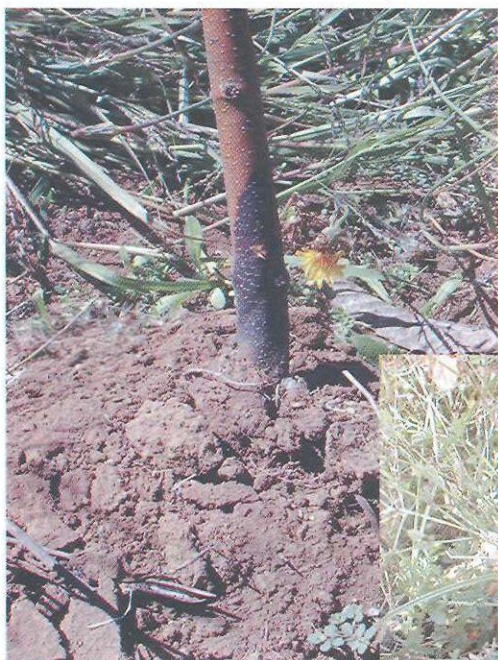


Foto 17. Síntoma característico en la base del tronco de planta joven de castaño, afectada con la enfermedad de la tinta (*Phytophthora*). San Fabián, VIII Región, marzo 2003.



Foto 18. Síntoma característico observado bajo la corteza en planta de castaño de tres años afectada por la enfermedad de la tinta (*Phytophthora*). San Fabián, VIII Región, marzo 2003.

Una enfermedad también presente en el país, aunque menos frecuente, es la causada por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* (Agalla del cuello). Es posible que este problema se presente especialmente si el suelo ocupado por el huerto tuvo algún cultivo afectado con agallas, como frambuesa. La planta afectada con agalla, sin embargo, puede sobrevivir y producir por años a pesar de la presencia de la enfermedad.



Foto 19. Planta adulta de castaño afectada por agalla del cuello (*Agrobacterium tumefaciens*). Chillán, noviembre 2000.

#### 4.5. Plagas

Afortunadamente en Chile hasta ahora no existen insectos de importancia en el castaño. Lo anterior es de gran trascendencia en lo que se refiere a plagas que afecten el fruto, a diferencia de los principales países productores donde se debe realizar aplicaciones de plaguicidas para su control. Por lo anterior, en el país no es necesario realizar aplicaciones de productos químicos para control de insectos al árbol y fruto.

Entre los insectos presentes en el país que afectan no sólo al castaño, sino también a otras especies frutales, se encuentra la chicharra (*Tettigades chilensis*) que ataca la planta joven y ramillas tiernas no lignificadas. Este insecto si bien causa problemas en huertos recién establecidos, una vez adulto no constituye problema de importancia. El daño se refiere fundamentalmente a la acción de la hembra de depositar los huevos (ovipostura) en el interior del cambium de ramillas y troncos jóvenes como protección, no involucrando un daño importante posteriormente, aunque en plantas jóvenes puede destruir la ramilla o, en casos graves, la planta.



Foto 20. Planta joven de castaño con daño severo de chicharra (*Tettigades chilensis*) pintada previamente. Yungay, VIII Región, 2001.



## 5. COSECHA Y MANEJO DEL FRUTO EN POST-COSECHA

### 5.1. Cosecha

#### ***Principios generales***

El fruto del castaño cae en forma natural del árbol cuando éste está maduro, es decir, cuando ya no necesita al árbol para nutrirse, lo que no quiere decir que su proceso de maduración haya finalizado. Ésta es una semilla y en consecuencia evoluciona naturalmente hacia la germinación, hecho que no es deseable para su comercialización.

No es recomendable cosechar el fruto antes de su caída en forma natural, ya que es muy difícil de conservar. La caída anticipada ya sea por causas naturales (viento, lluvia) o causada por el hombre, se conoce porque la cicatriz del ilo (área en que se encuentra adherida con el involucre) tiene aún una coloración verde.

En el suelo, dentro del involucre ya abierto o fuera de él, el fruto es rápidamente contaminado por hongos patógenos. También puede deshidratarse por la exposición al sol o, al contrario, absorber el agua si el clima es lluvioso. Incluso puede ser alimento para algunos animales (pájaros, babosas, ratones, etc.).

La caída de los frutos, dependiendo de la zona, comienza a mediados de marzo y concluye a fines de mayo. En Chillán, este proceso va desde inicios de marzo, en los cultivares más tempranos, a mediados de mayo en los más tardíos; en un cultivar determinado, la cosecha se extiende aproximadamente por 25 – 30 días.

Expuestas estas consideraciones, es necesario recoger las castañas al momento que ellas caen, lo que significa visitar continuamente el huerto. Se recomienda visitar todos los días, durante 15 a 30 días, un determinado cultivar.

#### **Tipos de cosecha**

##### ***Cosecha manual***

Ésta se puede realizar en superficies pequeñas con guantes gruesos. Sin embargo, el rendimiento de una persona al cosechar en forma manual es muy variable, variando entre 30 a 140 kg/persona/día. En el país toda la cosecha es realizada a mano.

### ***Cosecha semi manual, en mallas (tipo Raschel)***

Es una solución intermedia entre la cosecha manual y mecanizada. Ésta necesita una inversión importante en redes. Para limitar esta inversión, si se prevé este medio de cosecha antes de realizar la plantación, se pueden alternar los cultivares: una hilera de un cultivar precoz, una hilera de un cultivar tardío, etc. con el fin de utilizar la mitad de la superficie en redes.



Foto 21. Uso de malla tipo Raschel para cosecha de castañas en Francia, Bordeaux, octubre 1998.

Para rentabilizar las mallas al máximo no hay que extender las mallas sobre el suelo, a menos de tener una fuerte pendiente que ayude a juntar los frutos. Hay que suspenderla con postes de fierro o madera. Un poste sobre la hilera a una altura de 1,50 a 1,60 m, y luego sólo se necesita un coligüe en cada extremo. Un poste en la entrelínea a 1,20 de altura sostenido por un coligüe cada 3 metros.

Las dimensiones de la malla debe tener un tamaño algo mayor a la distancia entre los postes (2 m, 4 m) para obtener una depresión en la malla en la cual los frutos se van a juntar. La tensión de la malla va a impedir que los frutos toquen el suelo.

#### Ventajas

- ❖ Los frutos no tocan jamás el suelo.
- ❖ Se puede cosechar todos los días, ya que es un método muy rápido.
- ❖ Bajo costo de cosecha.
- ❖ Este método se utiliza para cosechar frutos de gran calidad.
- ❖ Mejor conservación del fruto en postcosecha

## Desventajas

- ▣ Costo de la malla.

### ***Cosecha mecanizada***

Existen en la actualidad en diferentes países (Europa y Estados Unidos) máquinas cosechadoras para diferente tamaño de superficie, desde pequeñas semi mecánicas (5 ha) hasta grandes máquinas cosechadoras que también permiten la cosecha de otros tipos de frutos (nueces y avellanas) las que necesitan ser utilizadas en huertos grandes (de 10 ha o mayores) para que sean rentables. El rendimiento de la cosecha mecanizada está, sin embargo, en directa relación con el rendimiento del huerto. En experiencias realizadas en Italia, comparando la productividad de diferentes prototipos de cosechadoras mecánicas y un rendimiento de huerto entre 1 y 2,5 ton/ha, los diferentes prototipos obtuvieron rendimientos entre 90 y 190 kg/hora.



Foto 22. Cosecha mecanizada con sistemas de aspiración mediante tubos laterales de 25 metros. Italia, 1993.



## 5.2. Conservación de los frutos

La castaña es un fruto de difícil conservación, ya que puede ser atacada antes de la cosecha por insectos, o por un grupo de hongos. Entre éstos, la “pudrición café”, provocada por *Phoma endogena*, es especialmente importante. Afortunadamente, hasta el momento en Chile no hay presencia de insectos que causen daño al fruto del castaño, no existiendo referencias de fruto dañado, lo que representa una enorme ventaja comparativa con los demás países productores.

La tasa de humedad varía fácilmente dentro del fruto debido a la alta permeabilidad natural del pericarpio. El porcentaje de humedad puede incrementar sobre lo normal (50-55%), lo que es favorable a los hongos patógenos. Por otra parte, el fruto se puede deshidratar, lo que provoca una pérdida de peso, un mal aspecto y un riesgo importante de ataque por *Penicillium* si se vuelve a humedecer.

Experimentos realizados en INIA Quilamapu han demostrado la marcada susceptibilidad del fruto del castaño a problemas fungosos en postcosecha. Este aspecto constituye una de las principales causas de pérdida de calidad del fruto en todos los países productores. Debido a la situación de Chile en cuanto a distancia de los potenciales mercados a abastecer (Estados Unidos, Europa, etc.) y, en consecuencia, el tiempo de permanencia del fruto en viaje, y por otra parte, necesidad de emplear transporte marítimo para su traslado, la conservación de la calidad del fruto en Chile adquiere una relevancia aún más importante. La gravedad de ello radica en que ciertos hongos que están presentes en el fruto al momento de cosecha, ingresan al fruto desde el momento de floración (cuaja), debido a ocurrencia de condiciones húmedas en tal período. Por razones obvias, no es posible manejar las condiciones climáticas durante el período de floración. En consecuencia, dependiendo de las condiciones climáticas ocurridas en ese período será la calidad del fruto al momento de cosecha. La presencia de hongos en el interior del fruto no significa, sin embargo, que su crecimiento y desarrollo esté asegurado. Éste dependerá de las condiciones de conservación del fruto. Es en este sentido donde sí se puede manejar.



Foto 23. Fruto de castaño con hongos internos durante el período de postcosecha. Chillán, mayo 2002.

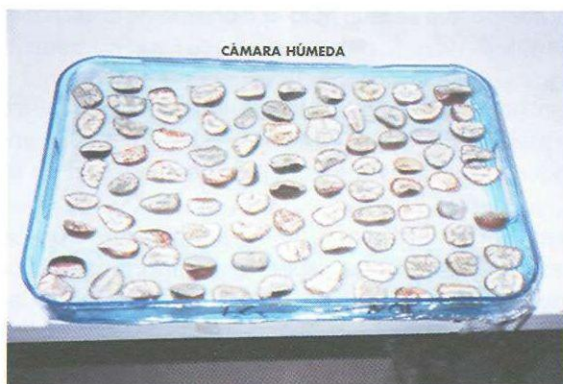


Foto 24. Experimentos de frutos de castaño en cámara húmeda para evaluación de hongos internos en INIA Quilamapu. Chillán, junio 1999.

### ***La cámara de frío***

La conservación del fruto se realiza generalmente en cámara frigorífica a una temperatura de  $-1$  a  $0^{\circ}\text{C}$ . La castaña fresca tiene una importante actividad metabólica, lo que se comprueba midiendo su tasa de respiración. Esta actividad metabólica provoca un incremento de la temperatura del fruto en postcosecha. Por lo anterior, es muy importante reducir lo más rápido posible la temperatura del fruto una vez cosechado. El enfriamiento debe ser realizado empleando equipos que permitan mover el aire con el propósito de que la temperatura descienda hasta el centro de cada fruto.



Foto 25. Fase inicial de enfriamiento de frutos de castaño previo al embalaje. Observar el tipo de envase ventilado que permite reducir la temperatura del campo que tiene el fruto al momento de cosecha. INIA Quilamapu, Chillán, 2002.

Cuando la cosecha se realiza en lugares lluviosos, es necesario llevar los frutos a una tasa normal de humedad, hasta 55%, siendo óptimo un 50%. Para esto hay que extender las castañas sobre un piso ventilado, en un suelo poroso.

La humedad relativa de la cámara fría debe estar entre 80 y 90%, aunque no existen normas precisas. En este aspecto es importante indicar que manejar condiciones de temperatura baja (-1 a 0°C) y a la vez humedad relativa de 80 -90%, no es fácil lograrlo con equipos de frío convencional, debido a que se producen problemas de condensación (acumulación de agua libre sobre el pericarpio del fruto), por la baja temperatura de trabajo. Esta condensación es causa de incremento de la acción de los hongos en el interior del fruto. Además, los equipos de frío convencional no logran mantener esa baja temperatura y alta humedad relativa, produciéndose el bloqueo de la unidad de frío.

El manejo inadecuado de los frutos almacenados en recipientes abiertos en la cámara de frío produce una importante deshidratación de éstos, debido, en parte, a la circulación del aire. Por lo tanto, es necesario embalar los frutos una vez que hayan logrado su temperatura de conservación. El embalar la castaña en el envase definitivo antes de que el fruto logre la temperatura adecuada es una práctica frecuente. Sin embargo, difícilmente logrará reducir la temperatura en el interior del fruto y, en consecuencia, la calidad del fruto es irrecuperable debido a problemas de hongos y pérdida de agua.

## ***Empleo del método de flotación para desechar frutos dañados***

Una técnica antigua y aún muy usada en países europeos gracias a su simpleza, consiste en someter el fruto del castaño a flotación. Generalmente, el fruto recién cosechado y dañado con presencia de hongos internos se encuentra también con menor densidad (causando la flotación), precisamente por el deterioro causado por éste. El uso de esta técnica permite poder seleccionar frutos dañados por hongos, de menor peso, y ser desechados rápidamente luego de la cosecha, evitando su conservación junto a frutos en buen estado y su posible contaminación.

### ***El remojo o curado***

Este método consiste en remojar el fruto durante nueve días, cambiando el agua diariamente. El recipiente puede ser de plástico, madera, hormigón. No se debe usar recipientes de fierro y el agua no debe haber tenido contacto con compuestos férricos debido a que puede presentarse una reacción química tanino - fierro que ennegrece los frutos de forma definitiva.

El remojo aporta entre un 8 a 10% de humedad al fruto. Por lo tanto, hay que hacer un nuevo remojo que puede ser al aire libre con una capa delgada de agua, de 6-8 cm o más si se remueve todos los días. Este proceso dura alrededor de 2 semanas y termina cuando no hay humedad excedente en la pulpa.

Se pueden entonces almacenar los frutos en una cámara de frío o en una cava. Estos frutos resisten mejor la deshidratación que los frutos no remojados.

## **5.3. Utilización de castañas y marrones**

### ***Utilización de la castaña***

Los frutos pueden ser comercializados de tres formas: el mercado fresco, la exportación y la industria de la transformación.

### ***Consumo de frutos frescos***

Para este tipo de mercado se pueden utilizar tanto las castañas como los marrones, sin estándares de un calibre en particular. En el mercado francés por ejemplo, se utiliza no pasar los 100 frutos por kilogramo y los mejores calibres (calibre 40-80) se comercializan a mejor precio. Para satisfacer al consumidor, se debe utilizar frutos de buen sabor y especialmente sanos. En el mercado italiano, por otra parte, lo importante es la calidad del fruto, siendo mejor valorado el fruto marrón, logrando un mejor precio en el rango de calibre entre 40-60.

### **Confitería**

La crema y/o puré de marrones se fabrica a partir de castañas y marrones de calibre pequeño (desecho del marrón de consumo fresco), sin especificación del nombre del cultivar.

La forma de transformación que asegura la mejor valorización de los frutos es la fabricación de marrones confitados, marrón glacé, marrones al cognac, marrones helados. Para esto, los frutos deben ser:

- No partidos y con el tegumento o episperma sin penetración de la pulpa.
- De un calibre entre 40 a 65 frutos / kg.
- Que se pelen fácilmente.
- Que la pulpa permanezca cerrada durante su estado húmedo y que no se rompa luego de sucesivos baños de azúcar.

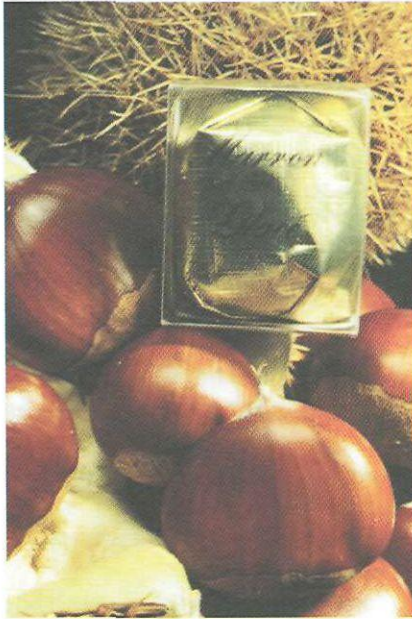


Foto 26. Fruto de castaño transformado en Marrón Glacé.

### **Conservaría**

Este modo de transformación permite una buena valorización de los marrones, aunque menor valor que el anterior. Los marrones enteros al natural exigen frutos:

- ※ No partidos, con la pulpa sin penetración de taninos<sup>11</sup>.
- ※ Que se pelen fácilmente.
- ※ De un calibre entre 80 a 90 frutos / kg.
- ※ Que la pulpa permanezca cerrada y que no se divida luego de la apertisación (proceso de conservación de alimentos mediante calor en conservas).

### **Calibre de los frutos**

El tamaño de los frutos, que pueden ser pequeños, medianos o grandes, se aprecia mejor por el “calibre” que corresponde al número de frutos contenidos en un kilogramo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Calibre de frutos.

<b>CATEGORÍA PARA COMERCIALIZACIÓN</b>	<b>NÚMERO DE FRUTOS POR KILO</b>	<b>CALIBRE</b>
A	Inferior a 60	Grande
B	61 a 80	Mediano – Grande
C	81 a 100	Pequeño – Medio
D	> a 100	Pequeño

<sup>11</sup>Coloración oscura de la pulpa debido a inadecuadas características del fruto como materia prima para el procesamiento industrial y/o método inapropiado de transformación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cultivo del castaño en la actualidad no tiene una importancia comercial como rubro de producción frutal en el país. La causa principal de esto ha sido la ausencia de cultivares mejorados con adecuadas características de fruto, que cumpla con los estándares de calidad demandados por el mercado internacional y, en segundo lugar, el desconocimiento de las normas de manejo de huerto, como también de las limitantes del cultivo y su manejo. Gracias al trabajo desarrollado en INIA Quilimapu, en la actualidad se cuenta con cultivares mejorados de la mejor calidad de fruto disponible que es transado en el mercado internacional. Al mismo tiempo se conocen las técnicas de manejo de huerto y se han detectado las limitantes de tipo sanitario, principalmente.

Chile cuenta con ventajas indiscutibles para el desarrollo de este fruto, entre éstas la ausencia de los principales problemas sanitarios. Lo anterior significa que no es necesario aplicar pesticidas al árbol o al fruto para su conservación. La creciente importancia en el mundo de la oferta de productos alimenticios que no han recibido pesticidas, adquiere una relevancia trascendental. El fruto del castaño se ha transformado desde, lo que los italianos llamaban hace dos siglos **“u pane du poveri”** (pan del pobre) a **“frutto di lusso”** (fruto de lujo) en la actualidad. Ello significa que este fruto ha pasado a representar un alimento muy cotizado por la alta cocina internacional. Es allí donde adquiere una connotación fundamental la participación de Chile en la oferta de un producto totalmente carente de residuos químicos.

Para que esta tremenda oportunidad pueda convertirse en realidad no basta, sin embargo, con disponer de los mejores cultivares marrones actualmente transados en el comercio internacional y el conocimiento de la tecnología. Lo fundamental consiste en tener la voluntad de poner en práctica toda la información disponible, buscando siempre el objetivo final. Para ello, absolutamente todos los actores involucrados deben trabajar unidos: el viverista que hace las plantas (debe ser responsable en ofrecer el cultivar adecuado, con la sanidad de la planta óptima); el agricultor (eligiendo los sectores de suelo que más se adapten a las necesidades o requerimientos del castaño, verificando la sanidad del suelo y la necesidades de nutrientes antes de la plantación, y realizando los trabajos de preparación de suelos que requiere, las fertilizaciones necesarias, y el manejo de conducción y riegos necesarios); los técnicos aprendiendo cada vez más sobre esta especie, que aunque ha estado muchos años en el país, muy poco se conoce sobre su adaptación y comportamiento).

Finalmente, la cosecha más rápida y el envío del fruto a la cámara de frío representa la fase más trascendental, en que la óptima calidad del fruto marrón podrá ser conservada y llegar al mercado de destino. Aquí, nuevamente la industria



(packing, agroindustria, empresa exportadora) tiene la responsabilidad de realizar el mejor trabajo en lograr el manejo de las condiciones de conservación de acuerdo a lo establecido. La cadena del frío es de una importancia trascendental y no debe ser cortada por ningún motivo. Cortar la cadena de frío es más grave que no haberla iniciado, debido a que las diferencias en temperatura obtenidas en el interior del fruto causan más deterioro a la calidad de éste.

El castaño fue ingresado al país probablemente en el siglo XVIII, y hasta el 2003 no ha logrado un desarrollo comercial importante. Hagamos posible que el inicio del Siglo XXI sea recordado como el comienzo del desarrollo comercial del castaño en Chile.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Estratificación:** consiste en la conservación de una semilla en condiciones de alta humedad y baja temperatura con el propósito de acelerar la germinación.

**Métodos de reproducción vegetativos:** consiste en métodos asexuales de reproducción como injertación, enraizamiento de estaquillas, acodo, etc., que aseguran la conservación de la identidad genética del cultivar original.

**Nemátodos:** organismo en forma de gusano, por lo general microscópico, que vive como saprófito en el agua o suelo, o como parásito de plantas y animales.

**Saprófito:** organismo que obtiene su sustento a partir de materia orgánica muerta.

**Parásito:** organismo que vive a expensas de otro (hospedero).

## BIBLIOGRAFÍA

**Bassi, R. 1990.** La coltivazione del castagno. Edizioni L'informatore Agrario. 75 p.

**Bergougnoux, F., A. Verlhac, H. Breisch, J. Chapa. 1978.** Le châtaignier production et culture. Institut National de Vulgarisation pour les Fruits, Légumes et Champignons. 192 p.

**Berruto R. and G.Ghiotti. 1999.** Chestnut harvester for mountainous areas. Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Symp. on Chesnut. Bordeaux. France. Acta Horticulturae N° 494, pp.101-109.

- Breisch, H. 1993.** Le verger de châtaignier mise en place et entretien. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes. 62 p.
- Grau P. and A. France. 1999.** Chestnut production in Chile. Some steps towards its improvement. Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Symp. On Chesnut. Bordeaux. France. Acta Horticulturae N° 494. pp. 37-42.
- INE. 1997.** VI Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile.
- Stival, O., G. Oldrati. 1992.** Il castagno da frutto. Sintesi del corso tenusi a Torre de'Busi, Calolziocorte, April 1992.
- Taille de la R. 1985.** Les arbres à fruits secs. La Maison Rustique, Paris. 121 p.