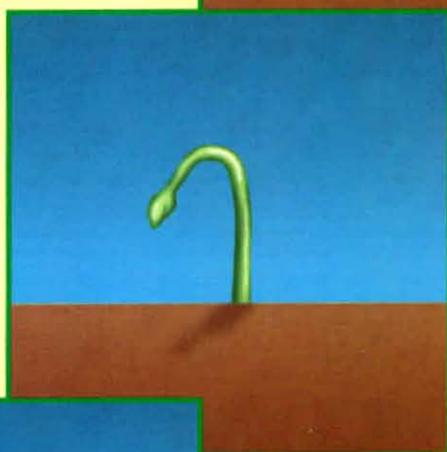
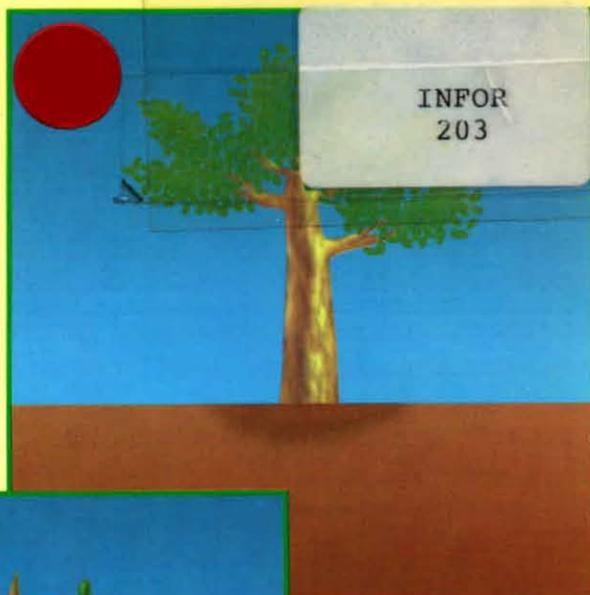




INFOR
INSTITUTO FORESTAL



0004086



Monografía de Avellano chileno
(*Gevuina avellana*)

INFOR
203



Monografía de Avellano chileno
(*Gevuina avellana*)



INFOR

SILVICULTURA DE ESPECIES NO TRADICIONALES: UNA MAYOR DIVERSIDAD PRODUCTIVA

PROYECTO FINANCIADO POR FIA (MINAGRI) - FONSIIP (CORFO)

AVELLANO CHILENO

Gevuina avellana

MONOGRAFÍA



AUTORES:

VERÓNICA LOEWE M.
FRANCISCA KLEIN
GABRIEL PINEDA B.

- INFOR -

SANTIAGO, DICIEMBRE 1997.

1 ANTECEDENTES GENERALES.

1.1 Descripción del Árbol.

Como árbol la especie alcanza 20 metros de altura, pudiendo formar parte del dosel intermedio, aunque corrientemente se comporta como una especie arbustiva del sotobosque, desarrollando tallos etiolados y ramas alargadas (Donoso, 1978a).

No obstante, en áreas en que el bosque ha sido explotado, el avellano surge rápidamente desde los tocones, invadiendo el terreno. De igual forma, cuando se cortan los **Nothofagus** a los cuales se asocia, o los animales los ramonean impidiendo su crecimiento, es posible que el avellano se constituya en la especie dominante de una comunidad disclímax, en cuyo caso los árboles se desarrollan con copas amplias y frondosas.

La especie tiene un hábito piramidal, con tronco recto y cilíndrico, de hasta 50 - 60 cm de diámetro. Su corteza es gris cenicienta, con manchas oscuras y ligeramente rugosa.

Sus ramas tendidas son flexibles y largas. Las ramillas tienen los extremos densamente pubescentes y los brotes nuevos están cubiertos de un tomento de color rojizo (Hoffmann, 1982; Rodríguez *et al.*, 1983).

El avellano tiene hojas perennes de 14 - 35 cm de largo, alternas, compuestas, imparipinnadas y a veces bipinnadas; no tienen raquis, o uno muy corto, siendo éste densamente pubescente; 1 - 15 folíolos coriáceos, glabros, generalmente ovoides, de 2 - 5 cm de largo, opuestos, cortamente peciolados o casi sésiles, agudos en el ápice y desiguales en la base, notablemente aserrados en el margen, verde brillante en la cara superior y verde pálido en la cara inferior; frecuentemente se enrollan hacia el interior (Quintanilla, 1974; Krüssmann, 1977; Donoso *et al.*, 1992; Instituto Forestal, 1992).

En términos de una descripción microscópica se puede indicar que, al igual que el resto de las proteáceas chilenas, el avellano tiene estomas en la cara abaxial y dos células epidérmicas (tricomas escutiformes) más grandes en cada estoma. Típicas son también las células interreticulares de paredes lisas, isodiamétricas y tetrahexagonales en la cara adaxial (Barrera y Meza, 1988).

El avellano posee flores hermafroditas agrupadas en inflorescencias con forma de racimo, de 10 - 14 cm de largo, dispuestos en los extremos de las ramas, con el raquis y pedúnculos florales cubiertos de un tomento rojizo.

Las flores miden 1,0 a 1,2 cm de largo; son asimétricas, pedunculadas, dispuestas heliocoidalmente alrededor del raquis. Tienen 4 tépalos pubescentes de 9 - 10 mm de largo, de color blanco cremoso.

El fruto es una nuez de 1,5 cm de diámetro, globoso o levemente ovalado; el ápice es algo protuberante; su color es verde, rojo o negro violáceo según sea el grado de

madurez. Es una semilla comestible con cáscara leñosa y rica en taninos (Quintanilla, 1974; Krüssmann, 1977; Muñoz, 1980; Hoffmann, 1982).

1.2 Distribución Natural.

El avellano es una especie monotípica de Chile austral que se extiende 34 y 43 grados de Latitud Sur, esto es desde Colchagua por la cordillera de los Andes y desde el norte del río Itata por la cordillera de la Costa, hasta las Islas Guaitecas.

Su adaptación ecológica es muy variable y crece en muy diversas condiciones de suelos, en lugares húmedos, de regular fertilidad, gredosos, arcillosos, duros y pedregosos; crece en llanos, bosques, valles, quebradas y lomas; no es resistente a suelos salinos ni climas secos (INTEC, 1982).

1.3 Clasificación Botánica.

El avellano chileno (**Gevuina avellana** Mol.) es una especie endémica de nuestro país, conocida desde el tiempo de los mapuches prehispánicos, ya que junto a la araucaria era la especie frutal más importante.

El nombre de su género fue adaptado el siglo pasado por el primer botánico chileno, el Abate Molina, quien extrajo la palabra "guevín" del idioma pictórico que poseen los mapuches. Para ellos, el guevín o nefuén (ne: ojo; fuén: fruta) daba cuenta de la abundante y hermosa floración de la especie, es decir, el ojo ve muchas flores o los frutos parecen ojos.

Por su parte, la palabra avellana fue dada por la semejanza que tiene su fruto con la avellana europea (**Corylus avellana**) conocida por los colonizadores españoles; sin embargo, la avellana europea pertenece a la familia de las **Corilaceae** y la avellana chilena a la familia **Proteaceae**.

Las proteáceas constituyen el orden de las proteales, caracterizadas por su perianto sencillo, pero vivamente coloreado. Son plantas leñosas, esclerófilas, polinizadas a veces por aves o marsupiales, y propias de los países tropicales y subtropicales del hemisferio sur, especialmente de Australia y África del Sur. En Chile existen tres géneros de proteáceas, con siete especies, entre las que destacan **Gevuina avellana**, **Lomatia hirsuta**, **Lomatia dentata**, **Lomatia ferruginea** y **Embothrium coccineum** (Strasburger *et al.*, 1963; Mösbach, 1992).

1.4 Tipos Forestales.

En su hábitat natural, el avellano está normalmente asociado a otras especies y comúnmente no se encuentra en masas, sino en forma más o menos aislada o en pequeños grupos, tanto en terrenos boscosos como en terrenos abiertos o despoblados. En la zona de

la pluviselva valdiviana, el avellano es una de las especies más importantes (Hueck, 1966; Donoso, 1993).

Las especies con las que normalmente se asocia, son roble (**Nothofagus obliqua**), raulí (**Nothofagus alpina**), coigüe (**Nothofagus dombeyi**), laurel (**Laurelia sempervirens**), belloto (**Beilschmiedia mierssii**), mañíos (**Podocarpus spp**) y ciprés de la cordillera (**Austrocedrus chilensis**), entre otras (INTEC, 1982; Donoso, 1993).

Siempre en el ámbito de los bosques naturales, para Donoso *et al.* (1992), el avellano es una planta pionera importante en áreas explotadas y quemadas, por lo que el proceso secundario que se produce en bosques de **Araucaria araucana** en la Cordillera de Nahuelbuta, da origen a las etapas sucesionales indicadas en el cuadro 1.

CUADRO 1

ESPECIES PRESENTES EN LA SUCESIÓN SEGÚN TIPO DE AMBIENTE.

	Especies herbáceas	Especies arbóreas
Sitio seco	Senecio sp - Gramineae	Pernettya sp - Myrtaceae
Sitio Húmedo	Stipa sp - Festuca sp	Baccharis sp - Embothrium coccineum
Bosque estable	Gevuina avellana - Lomatia dentata - Escallonia spp - Araucaria araucana - Nothofagus dombeyi	

Fuente: Donoso *et al.* (1992).

Por su parte Pisano (1950), haciendo un estudio de regeneración en plántulas de diámetro menor a los 2,5 cm en áreas boscosas sometidas a explotación selectiva, constató la presencia de las especies indicadas en el cuadro 2.

CUADRO 2

PLÁNTULAS POR HECTÁREA PARA ZONAS BOSCOSAS EXPLOTADAS

Especie	Número de plántulas por hectárea
Amomyrtus luma	47.750
Luma apiculata	21.000
Laurelia sempervirens	20.250
Aextoxicon punctatum	13.250
Gevuina avellana	13.000
Persea lingue	250
Calcluvia paniculata	250

Fuente: Pisano (1950).

Respecto de plantaciones de la especie se pueden considerar los rodales experimentales establecidos tanto por la Universidad de Chile como por la Universidad Austral de Chile en la X Región; a esto se suman algunos árboles ornamentales plantados en ciudades del sur de nuestro país.

1.5 Aspectos Reproductivos.

El avellano se propaga tanto por semillas como por retoños y estacas verdes en invernadero; a esto se agregan la multiplicación por medio de estacas leñosas y el cultivo *in vitro*, que se han desarrollado en los últimos años (INTEC, 1982).

1.5.1 Reproducción por Semilla.

La especie posee una polinización entomófila y sus frutos grandes, pesados y redondos son diseminados por gravedad, especialmente en pendientes fuertes. Debido a esto, es frecuente que las semillas se acumulen en pequeñas terrazas u hondonadas o en las quebradas, dando origen a grupos de árboles en esos puntos (Donoso *et al.*, 1993).

Además de lo anterior, muchos animales como zorros y roedores contribuyen a la diseminación de semillas. Con frecuencia los animales no destruyen las semillas al ingerir los frutos carnosos o secos, pudiendo éstas ser diseminadas por medio de la eliminación a través del tracto digestivo; así por ejemplo, en los bosques húmedos del sur de Chile, el pudú y algunos roedores como **Akodon olivaceus**, **Akodon longipilis** y **Oryzomys longicaudatus** se alimentan de estas semillas, las que son consumidas bajo árboles o son transportadas a las galerías o madrigueras donde habitan (Murúa y González, 1981; Murúa, 1984; Armesto, 1987).

Ahora bien, para que la germinación sea exitosa las semillas no deben secarse; al caer al piso del bosque éstas son cubiertas por la hojarasca, donde pueden mantener humedad suficiente para no perder su viabilidad, pudiendo iniciar su germinación con la llegada de la primavera (Donoso y Novoa, 1983).

El avellano posee germinación hipógea, es decir, el hipocotilo y los cotiledones transformados en estructura de almacenamiento de nutrientes, quedan en el interior de la tierra durante la germinación, emergiendo sólo el epicotilo con el brote terminal, del cual aparecen las hojas primarias (*Op cit.*).

A fin de evaluar la efectividad de tratamientos pregerminativos para distintas procedencias de avellano en la X Región, Donoso y Escobar (1986) diseñaron ensayos de estratificación húmeda y fría en tres tipos de sustratos, por diferentes períodos, y sembrando en dos épocas. Para cada ensayo se estimó la capacidad germinativa y el valor germinativo, este último como indicador de la energía germinativa.

La estratificación se realizó en arena húmeda a 4°C, en tanto que los sustratos empleados fueron los siguientes:

- ⇒ Arenoso: 50% arena y 50% suelo normal.
- ⇒ Orgánico: 70% materia orgánica y 30% arena.
- ⇒ Vivero o normal: 33% arena, 33% materia orgánica y 33% suelo franco arcilloso a franco limoso del sector.

En el primer ensayo se almacenaron las semillas en refrigerador y se sembraron en septiembre. En el segundo, las semillas se almacenaron sólo algunos días, siendo sembradas en abril (cuadro 3).

CUADRO 3

CAPACIDAD Y VALOR GERMINATIVO DE AVELLANAS SEMBRADAS EN PRIMAVERA Y OTOÑO.

Tratamiento	Capacidad Germinativa Promedio	Valor Germinativo Promedio
Ensayo 1	51% ± 5,29	0,78 ± 0,118
Ensayo 2	65% ± 5,56	2,28 ± 0,446
ANDEVA	diferencias significativas P<0,01	diferencias significativas P<0,01

Fuente: Donoso y Escobar (1986).

Como se puede verificar, el cuadro señala que la capacidad germinativa y el valor germinativo que se logra con siembras en otoño son más altos que los de primavera.

Ahora bien, para apreciar el efecto del tipo de sustrato sobre la capacidad germinativa de las procedencias evaluadas, se presenta el cuadro 4.

CUADRO 4

CAPACIDADES GERMINATIVAS DE AVELLANAS EN DISTINTOS SUSTRATOS

Procedencia y época	Arena	Orgánico	Vivero
Valdivia; (otoño)	79,50± 9,23	75,25± 6,00	73,00±14,80
Valdivia; (otoño)	83,58± 4,40	63,00± 9,60	91,50± 5,40
Osorno; (primavera)	79,00± 9,90	77,25± 6,40	72,00±14,57

Fuente: Donoso y Escobar (1986).

Análogamente, el análisis de la germinación lograda permite concluir que ésta se ve afectada tanto por el tipo de sustrato como por la época de siembra. Sin embargo, la tendencia favorece la siembra en otoño, inmediatamente después que la semilla se recolecte, lo que tiene la ventaja adicional de minimizar problemas de desecamiento.

Esta recomendación fue corroborada por dichos autores, en términos de la sobrevivencia lograda a los 5 meses de finalizado el segundo ensayo; de esta manera, con siembras en otoño más del 95% de las plántulas está vivas, en tanto que con siembras de primavera se alcanzan valores menores al 65% de sobrevivencia. Además, el desarrollo en altura es mayor para siembra en otoño para los tres tipos de sustrato.

1.5.2 Reproducción Vegetativa.

1.5.2.1 Regeneración por Tocón.

El avellano presenta gran habilidad para rebrotar desde sus tocones con promedios de 3 a 4 pies por cepa, ya sea en bosques de roble y avellano o bosques mixtos en los cuales el proceso de sucesión secundaria puede iniciarse con un renoval puro de roble, o de especies asociadas, como olivillo (*Aextoxicon punctatum*) (Donoso, 1993; Gantz, 1994).

A lo anterior, se debe agregar la capacidad de crecer rápidamente en los primeros años; de esta manera, un renoval de 5 a 6 años de edad alcanza 5 a 6 metros de altura y un diámetro de 2 a 6 cm, y a los 10 años puede llegar a 8 m de altura y hasta 9 cm de DAP.

Sin embargo, esta capacidad de retoñación influye en detrimento de la calidad de los vástagos; a mayor número de pies por cepa, se producen más torceduras y arqueaduras en los fustes, por lo que para mejorar la calidad del rodal son necesarias algunas intervenciones tempranas, tales como cortas de mejoramiento o raleos a desecho.

Estos rebrotes nacen mayoritariamente de la parte basal de la cepa; sin embargo, el rápido crecimiento en altura hace que tiendan a quebrarse fácilmente. Además casi no ramifican.

1.5.2.2 Reproducción *in Vitro*.

Esta alternativa fue evaluada por Grinbergs *et al.* (1986) y por Infante (1996). Los primeros hicieron germinar frutos de tres localidades geográficas: Lago Chapo en la provincia de Llanquihue; Puerto Klocker en la de Osorno y Tres Chiflones en la de Valdivia.

El experimento consistió en colocar frutos completos y semillas sin pericarpio desinfectados, sobre un substrato de agar - agar en condiciones estériles. La contaminación con microorganismos se redujo en un 25% al esterilizar el exocarpo y las semillas.

En términos generales la investigación fue exitosa, ya que las semillas de todas las procedencias presentaron un 92% de poder germinativo; la germinación se inició 7 días después de la siembra, alcanzando máximos entre el 12º y 13º día, para completarse a los 32 días.

Aunque el inicio de la germinación fue diferenciada, el valor final en las tres procedencias es similar. Esta germinación irregular, con fluctuaciones, se presenta a menudo en plantas silvestres, no cultivadas, y muchas veces asegura la sobrevivencia de la especie (Barton, 1953).

Con posterioridad, Infante (1996) determinó que el avellano se puede reproducir fácilmente *in vitro*. Evaluó su reproducción en cuatro diferentes concentraciones de agar -

agar; a los 1,5 meses del cultivo se logra la aparición de las primeras células somáticas y a los 4 meses a partir de embriones se obtienen plantas enteras.

De los tratamientos considerados, la mejor concentración es la de Murashige y Skoog, con 5 mg de citoquininas (benziladenina) y 2 mg de auxinas (ácido indolacético), en tanto que el medio base es de macro y micronutrientes, y vitaminas.

1.5.2.3 Reproducción por Estacas.

Este aspecto ha sido evaluado por investigadores de la Universidad Austral, quienes han logrado enraizar estacas aplicando hormonas inductoras. Para ello se cortan retoños de 20 cm de largo desde las puntas de ramas laterales a finales de invierno, las que son cubiertas con musgo húmedo, y transportadas a vivero (Escobar, 1990).

Una vez en el vivero las estacas se cortan a 15 cm y los dos pares de hojas se reducen a un tercio de su longitud original; luego son mojadas con hormonas enraizadoras líquidas o pulverizadas, y son puestas a una profundidad de 7 cm en el sustrato del vivero. Después de 1,0 - 1,5 meses aparece callo y después hojas. Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de raíces, no son muchas las capaces de absorber agua y nutrientes.

A pesar de que la reproducción por semilla es más exitosa y genera mayor cantidad de individuos, el enraizamiento de estacas permite obtener inmediatamente una planta de mayor tamaño, pudiendo hacer eventuales selecciones.

De igual forma, Infante (1996) ha tenido resultados positivos en el enraizamiento de estacas (fotografía 1), aunque advierte que no se conocen los resultados de su comportamiento en el campo.

FOTOGRAFÍA 1.

ESTACA ENRAIZADA DE AVELLANO.



Fuente: Infante (1996).

1.6 Aspectos Fisiológicos.

1.6.1 Floración.

Donoso (1993) indica que el ciclo de floración del avellano dura dos años. La iniciación de las yemas o primordios ocurre en el otoño del año 1; aproximadamente 10 meses después se produce la producción de flores hermafroditas, en tanto la polinización es efectuada por insectos. El desarrollo del fruto formado se detiene en el otoño del año 2 y vuelve a reactivarse en el verano del mismo año, junto con la aparición de las nuevas flores. Las semillas maduran y el fruto se abre, diseminándolas en el otoño del año 3, con lo que se completa un ciclo de dos años.

FOTOGRAFÍA 2.

FRUTOS Y FLORES DEL AVELLANO.



La floración ocurre entre enero y febrero, hasta mayo, y como los frutos necesitan más de un año para madurar, el árbol florece mientras todavía maduran los frutos del año anterior. De cada inflorescencia nacen 5 - 7 frutos, aunque florezcan más de 50 flores (Rodríguez *et al.* 1993).

Se ha constatado que el avellano puede florecer dos veces en el año, en cuyo caso la segunda flor no alcanza a madurar para formar una nuez, debido a la falta de horas de temperatura por el fin del verano. Debido a esto, es dable que en la zona norte de su distribución se podría esperar una segunda cosecha de frutas (Infante, 1996).

1.6.2 Factores para la Producción de Flores.

Todo lo relacionado con la floración es fisiológicamente muy complejo, aún no claramente definido. En general este fenómeno depende del nivel de hidratos de carbono y de nitrógeno y, de la actividad de hormonas en la planta (Daniel, 1982).

De fundamental importancia son la forma y el momento de aplicación de los fertilizantes para lograr una buena producción de semillas. En este sentido, muchas experiencias muestran que la aplicación de fertilizantes nitrogenados en forma de nitratos eleva la producción de semillas y hasta puede inducir una floración precoz, sobretodo si

dicha aplicación coincide con la diferenciación de las yemas, ya que se reduce la latencia y el aborto.

Por otra parte, puede haber una variación considerable en las fechas y edades de floración de los individuos que crecen en el mismo rodal, así como también es muy variable el período que dura la floración, tanto en flores hermafroditas como en flores masculinas y femeninas (*Op cit.*).

Entre otros factores, la temperatura juega un papel muy importante en la floración, y por ende en la producción de frutos. Para que se logre una fructificación elevada, la floración debe producirse después de la última o antes de la primera helada, y los frutos y semillas deben madurar antes que se inicien las bajas temperaturas invernales, a no ser que el fruto permanezca latente, sin completar su desarrollo durante el invierno, como ocurre con avellano.

Otro factor del clima que tiene efectos importantes en estos procesos es el viento y sobretodo su magnitud, ya que puede destruir o derribar flores y frutos en cualquier momento. También el granizo puede destruir mecánicamente flores y frutos, disminuyendo su producción final (Krugmann, 1974).

1.6.3 Raíces Proteiformes.

El avellano, al igual que otras **Proteaceae** posee abundantes raíces proteiformes - del latín **proteiformis**, que significa el cambia a menudo de forma - que son un tipo anormal de ramificación que origina densos conglomerados de raicillas, con abundantes pelos radicales, dispuestos en torno a un eje. Este tipo de raíces están presentes ocasionalmente en las **Fagaceae**, **Mimosaceae** y **Casuarinaceae** (Purnell, 1960; Font Quer, 1965; Lamont 1982).

Gracias a este tipo de raíces el avellano puede prosperar junto a coigüe (**Nothofagus dombeyi**) y ulmo (**Eucryphia cordifolia**), colonizando coladas de lava volcánica y ñadis de la depresión intermedia que son áreas con una marcada sequía estival (Oberdorfer, 1960; Weinberger *et al.*, 1973).

Ahora bien, con el propósito de evaluar la influencia de las raíces proteiformes sobre el desarrollo de avellano, Ramírez *et al.* (1990) compararon el crecimiento de plántulas cultivadas en invernadero a partir de semillas provenientes de las provincias de Llanquihue y Valdivia, en la X Región; el sustrato empleado fue escoria volcánica esterilizada y no esterilizada. Después de 226 días, se contabilizó el número de hojas y de conglomerados proteiformes por planta, se midió el tamaño del vástago y la raíz y, se determinó el peso seco de los distintos órganos.

Además, se realizaron algunos análisis químicos foliares, cuyos resultados se presentan en el cuadro 5.

CUADRO 5

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%) DE LAS HOJAS DE AVELLANO SEGÚN EDAD.

Contenido	Adulta con raíces proteiformes	Juvenil con raíces proteiformes	Juvenil sin raíces proteiformes
Ceniza total	3,70	7,30	7,70
Proteína bruta	10,35	7,80	11,12
Extracto etéreo	1,64	2,37	3,60
Fibra cruda	20,44	16,90	18,25
Extracto no nitrogenado	63,80	65,63	59,35

Fuente: Ramírez *et al*, 1990.

Considerando el cuadro precedente y la discusión de sus resultados, los autores concluyen que:

- 1.- Las raíces proteiformes no se producen en suelos esterilizados, lo que confirma la importancia de los microorganismos edáficos en su formación;
- 2.- Las raíces proteiformes no provocan un aumento significativo del tamaño del vástago de las plántulas que las poseen;
- 3.- Las raíces proteiformes provocan un aumento considerable de la biomasa total de la plántula, lo que está en relación directa con el número de conglomerados presentes;
- 4.- En las hojas de plántulas con raíces proteiformes se constató un aumento del porcentaje de hidratos de carbono, lo que permite suponer una mayor eficiencia en la fotosíntesis;
- 5.- La presencia de raíces proteiformes no provoca un aumento en el contenido de fósforo foliar o radical;
- 6.- Al parecer las raíces proteiformes sólo aumentan la absorción de agua de las plántulas, lo cual incide en un aumento de la producción de biomasa;
- 7.- La relación vástago/raíz disminuye considerablemente en las plantas con raíces proteiformes;
- 8.- Se sugiere una predisposición genética a formar mayor o menor cantidad de conglomerados proteiformes.

1.6.4 Transpiración Potencial.

Considerando que la cantidad de agua consumida por la transpiración de una cubierta vegetal depende del área foliar y de la capacidad transpiratoria de los individuos que la conforman, y también de factores abióticos, entre ellos la disponibilidad de agua del suelo y las condiciones climáticas tales como la intensidad de la luz, la humedad relativa, la

temperatura del aire y la velocidad del viento, Huber *et al.* (1986) realizaron un estudio para determinar el consumo de agua de avellanos de 3 metros de altura, extraídos de un bosque siempreverde ubicado al sureste de Valdivia.

Estos autores observaron que tales individuos comienzan a aumentar el número de hojas y con ello la superficie foliar, en septiembre para alcanzar los valores máximos entre los meses de febrero y abril. Además se estableció una correlación directa entre la intensidad transpiratoria diaria y la radiación solar y la temperatura del aire, e inversamente proporcional con la humedad relativa, concluyendo que los elementos meteorológicos considerados explican sobre el 86% del proceso transpiratorio.

Por otra parte, se pudo establecer también una alta correlación entre el grosor de la hoja y el consumo anual de agua por transpiración; mientras más delgada la hoja mayor es la tasa transpiratoria y de la misma forma, con una mayor densidad de estomas también hay una mayor transpiración.

Con todo, la intensidad transpiratoria media diaria alcanza su valor máximo entre diciembre y enero con 1,2 l/m²d. De esta manera, el consumo máximo de agua por transpiración se registró durante la época en que existe mayor radiación solar y temperatura del aire, y la menor humedad relativa (*Op cit.*).

1.6.5 Aspectos Genéticos.

En este ámbito, la bibliografía disponible sólo da cuenta del número de cromosomas de la especie. Butendieck y González (1968) orientaron su trabajo a la individualización de cromosomas en especies vegetales chilenas, concluyendo que **Gevuina avellana** es una especie diploide con 26 cromosomas.

2 REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS.

2.1 Suelos.

Debido a la plasticidad ecológica de la especie y a su disposición a formar raíces proteiformes, es capaz de crecer tanto en suelos de buena calidad, porosidad y fertilidad, profundos y de baja densidad, así como también sobre sustratos volcánicos pobres tales como lavas y escorias, o en suelos con problemas de drenaje como los ñadis (Ramírez *et al.*, 1990; Donoso *et al.*, 1992).

No obstante lo anterior, se aconseja plantar avellano en suelos pobres de nutrientes con un buen drenaje, ya que las plantas juveniles son muy sensibles a hongos (Pozo, 1989).

2.2 Clima.

La especie se distribuye en zonas de clima templado mediterráneo en la porción septentrional y templado húmedo o lluvioso en la parte austral.

La precipitación varía entre 500 y 1.000 mm anuales en el norte, y de 3.000 a 4.000 mm anuales en la parte meridional de su área de dispersión.

Crece bajo un régimen de temperaturas cálidas a muy bajas según sea la adaptación genética con respecto a la resistencia al frío, la que se mantiene en los estados de plántula, juvenil y adulto (Steubing, 1983; Donoso *et al.*, 1992; Donoso, 1993).

2.3 Luminosidad.

Una de las características de la especie es su adaptabilidad bajo diferentes condiciones de luminosidad, lo que permite que se comporte tanto como especie intolerante que como semitolerante (Donoso *et al.*, 1992).

El avellano es capaz de germinar en la oscuridad, y es en esta condición en donde se logra la mejor sobrevivencia (Donoso, 1993).

3 PLAGAS Y ENFERMEDADES.

3.1 Agentes Abióticos.

En el ámbito de los agentes abióticos, deben considerarse los efectos del fuego y de las heladas.

Con respecto al fuego, la especie es capaz de resistir bien, ya que presenta abundante retoñación de tocón.

Al problema de las heladas, en tanto, sobretodo de las heladas tardías, la especie responde con una floración estival que minimiza los riesgos.

Por su parte vientos fuertes y mucha nieve pueden quebrar sus ramas más largas, por lo que se recomienda emplear cortinas cortaviento para proteger las plantaciones.

En general daños de origen químico o por contaminantes no se conocen.

3.2 Agentes Bióticos.

A nivel de viveros de avellano se han detectado hasta el momento alrededor de 12 insectos, ya sea en estado larval o individuo adulto; sin embargo ninguno de ellos provoca daños de importancia económica (Donoso *et al.*, 1992).

El problema más grave lo provocan los hongos del suelo como el complejo que causa damping - off y **Phyllostica sp.**

En el primer caso, es conveniente sembrar semillas tratadas con un fungicida como una manera efectiva de prevenir la aparición de esta enfermedad. Su ataque comienza a nivel del cuello de la plántula, en tanto que los síntomas son marchitez y necrosis del margen de las hojas para luego afectarla completamente y secarla. Cuando se han secado todas las hojas, la planta se cae; este ataque se difunde en forma de círculos concéntricos o por manchones (Escobar, 1990).

Por su parte, Peredo y Aguilar (1983) encontraron que otro hongo, **Pestalotia truncata** afecta las hojas de avellano con manchas café parduscas, de 0,5 - 3,0 mm, formando canchales en el borde. En el centro de cada mancha se presenta una fina película necrótica, que en muchos casos suele desprenderse. Afortunadamente este agente es poco usual y no muy dañino.

4 SILVICULTURA Y MANEJO.

Debido a la escasez de plantaciones, el manejo de renovales es una alternativa interesante para la silvicultura de la especie. Esto impulsó a Gantz (1994) a estudiar un renoval mixto de monte bajo, compuesto por avellano, laurel, ulmo y lingue como especies principales.

Para el avellano, las edades fluctuaron entre 37 y 42 años, por lo que la competencia permitía apreciar mortalidad de pies en el tocón. Además existía descalificación de los pies por mala forma y pudrición en la base del fuste.

Por ello se realizaron dos tipos de intervenciones; un raleo fuerte que dejó un pie por tocón, lo que afectó fuertemente los doseles inferior e intermedio y moderadamente el dosel superior, y otro más suave que deja dos pies por cepa, afectando fuertemente el dosel inferior y moderadamente el dosel intermedio y superior.

Tales intervenciones produjeron un mejoramiento en la tasa de crecimiento del área basal y volumen de los renovales; en particular el avellano eleva su rendimiento hasta 12 m³/ha/año. Además dichos raleos permiten la obtención 15 a 20 metros ruma sólido sin corteza por hectárea (*Op cit.*).

Ahora bien, la plantación de avellano es una alternativa interesante en muchas áreas por las siguientes razones:

- 1.- Rapidez de crecimiento en altura de la especie: 30-40 cm por año.
- 2.- Temprana producción de frutos; comercialmente interesante a partir de los 7 ó 9 años.
- 3.- Posibilidad de comercialización de los frutos.
- 4.- Aptitud melífera de la especie; el avellano florece cuando hay escasez de flores.
- 5.- Posibilidad de utilización de la madera, del follaje y de los frutos (Donoso, 1978b).

A lo anterior, Jacob (1995) agrega que el avellano se comporta óptimamente como arbusto de estructura y para cercos vivos.

4.1 Época de Recolección y Siembra.

Para obtener plantas homogéneas y vigorosas se recomienda seleccionar semillas de árboles madres que muestren crecimiento piramidal.

Una vez cosechada la semilla entre fines de abril y comienzo de mayo, es apropiado estratificar inmediatamente, hasta fines de septiembre, época en que se deberá sembrar, para que al fin de la temporada presente un desarrollo adecuado. Si no se estratifica, la siembra debería ser durante el mes de abril.

Las plantas germinan dos semanas después de la siembra, y dos semanas más tarde termina la germinación.

Una vez realizada la siembra, es necesario protegerla para evitar la extracción de las semillas por parte de roedores.

Sembrar semillas ya germinadas no se recomienda por el exceso de trabajo y el éxito dudoso.

Se recomienda hacer platabandas de un metro de ancho y 30 cm de alto para una posterior poda de las raíces.

La siembra es manual y la profundidad debería ser entre 3,0 a 4,0 cm con una densidad de siembra de 36 semillas por metro cuadrado o 6 semillas por metro lineal (Donoso *et al.*, 1992).

4.2 Viverización.

La propagación del avellano es fundamentalmente por semilla, lo que hace del tema de la viverización un aspecto de gran importancia.

Entre las modalidades o tipos de planta, son comunes las de 2 años de edad que en maceta alcanzan entre 30 y 50 cm de altura. De igual forma, produciendo a raíz desnuda y aplicando podas de raíces, en tres temporadas se obtienen alturas medias de 1,0 a 1,50 m (Donoso y Soto, 1979).

Debido a la falta de reseñas bibliográficas, se hizo una evaluación de algunos viveros que producen avellano en la IX y X Región, poniendo énfasis en los tipos de sustrato empleados, la época de siembra y los diferentes tratamientos pregerminativos aplicados (cuadro 6).

CUADRO 6

RESUMEN DE PRÁCTICAS USUALES EN VIVEROS DE AVELLANOS.

Nombre, ciudad o Institución	Tratamiento	Germinación obtenida
Loncoche	Las semillas se siembran directamente en bolsas.	60%
Vivero Ornato	Estratificación durante 5 meses a 5°C, y las plantas germinadas son repicadas a bolsas.	80%
Vivero El Taique	Las semillas se lijan, y se estratifican 1,5 meses; se siembran en bolsas cuyo sustrato es guano de vacunos desinfectado y aserrín.	70%
Vivero San Miguel	Las semillas se remojan en agua durante dos días, para luego sembrar.	60%
Vivero Bosque Nativo	Selección de las semillas eligiendo las más oscuras y grandes; estratificación en sacos durante 4 meses a 5°C, en arena esterilizada y tamizada, y agua cocida; escarificación en ácido sulfúrico al 5% durante 15 minutos y remojo 2 días en agua esterilizada. Se aplican insecticidas al suelo y se siembra.	100%
Vivero de la Universidad Austral	Estratificación durante 3 meses y siembra directa en sustrato tratado con fungicida e insecticida.	80%
Vivero El Tirol	Estratificación durante 2 meses, y siembra al inicio de la germinación en suelo preparado con herbicida, fungicida y fertilizante.	95%

4.3 Labores Culturales.

En todos los viveros consultados se instalaron sombreaderos, ya que junto al damping-off, la alta luminosidad es un grave problema.

Además se recomienda tratar el suelo con fungicida, insecticida y herbicida. El suelo no necesita una textura o pH especial, pero se recomienda un buen drenaje (Pozo, 1989).

En los meses siguientes en el vivero se realizan los trabajos de desmalezado y riegos por aspersion para no pisar el terreno y para que el agua se pueda infiltrar bien en la tierra.

En este punto no se sabe con exactitud cuanta agua necesitan las plántulas, pero Ramírez (1996) señala que el avellano necesita poca agua en los meses de verano, para favorecer la formación de raíces proteiformes.

La dosis de fertilización aplicada por la Universidad Austral, que ha dado buenos resultados, es la siguiente (Donoso *et al.*, 1992):

Salitre Potásico	30,0 g/m ²
Superfosfato Triple	10,0 g/m ²
Sulfato de Potasio	5,0 g/m ²

y las dosis de fertilizantes aplicadas durante el trasplante corresponden a:

Salitre Potásico	45,0 g/m ²
Superfosfato Triple	16,0 g/m ²
Sulfato de Potasio	6,0 g/m ²

4.4 Poda de Raíces.

En el mes de febrero se debe efectuar una poda de raíces con el objetivo de desarrollar un buen sistema radicular y aumentar las posibilidades de éxito en la plantación. La poda debe hacerse en las últimas horas de la tarde para evitar el desecamiento de la planta. El método requiere de una pala plana bien afilada.

La pala debe enterrarse en el suelo por un lado de la planta y debe cortar la raíz principal y parte de las raíces secundarias, luego en el lado opuesto de la planta se debe hacer la misma operación (figura 1).

Figura 1

Poda de raíces.



Fuente: Donoso *et al.* (1992).

4.5 Plantación.

4.5.1 Extracción de Plantas del Vivero.

La extracción de plantas de la platabanda se realiza con una pala recta o con laya, enterrándola a una distancia de 10 cm de la platabanda.

La pala se mueve en sentido contrario a la hilera de plantas con el objeto de soltarlas.

Las plantas, una vez removidas, se toman del cuello y se extraen sacudiéndolas suavemente, con el objeto de eliminar parte del suelo que viene adherido a sus raíces. Esta operación debe realizarse con mucho cuidado para no eliminar las raíces proteiformes (*Op cit.*).

4.5.2 Selección y Transporte.

A medida que se van extrayendo las plantas, se clasifican y seleccionan, eliminando todas las plantas defectuosas, de tamaño inadecuado o dañadas por agentes bióticos o mecánicos.

Simultáneamente con una tijera de esquilar bien afilada se recortan todas las raíces demasiado largas, a fin de homogenizar su tamaño y facilitar el embalaje y la plantación. Al igual que los casos anteriores, se debe tener cuidado de eliminar la menor cantidad de raíces proteiformes.

El embalaje se realiza en sacos y las plantas se deben transportar en un vehículo cerrado, protegido contra el viento. Se recomienda sumergir las raíces en un baño de barro antes del embalaje (*Op cit.*).

4.5.3 Época de Plantación y Condición de Sitio.

En la costa de la X Región se planta desde junio a la primera semana de agosto. En la región andina, se planta hasta fines de agosto, si el clima lo permite. Hacia el norte de su distribución, la plantación debe ser temprana, no pasando el mes de julio.

Las condiciones ideales para la plantación de avellano son suelos medianos a profundos, con buena porosidad y contenido de humedad. No obstante, es posible también realizar plantaciones en sitios de inferior calidad, obteniendo resultados interesantes.

Las plantas se pueden instalar en sitios con o sin protección.

El hoyo de la plantación debe ser lo suficientemente ancho y profundo, que permita introducir libremente el sistema radicular de la planta. También se pueden realizar

plantaciones a través de la siembra directa de las semillas, la cual debe realizarse con una protección tal que impida la extracción de las mismas por roedores.

Aunque el suelo puede ser una limitante para el prendimiento, gran parte de la mortalidad inicial se debe a fuertes insolaciones y heladas si los lugares están muy expuestos.

4.5.4 Densidad de Plantación.

En caso que se desee realizar una plantación con el objeto de producir frutos se debe plantar a una distancia de 4 x 4 m, lo que significa 625 plantas por hectárea. Los avellanos para fruta no se podan ni fertilizan.

Para la producción de madera, los avellanos se plantan a una distancia de 2 x 2 m, es decir, 2.500 árb/há.

Cuando el árbol logra un diámetro de 8 cm, normalmente al 6° ó 7° año, se poda el tercio inferior. Nunca se debe podar más de la mitad, ya que la menor capacidad fotosintética lo debilita.

En una plantación a esta distancia también es posible obtener una pequeña cantidad de frutos; sin embargo, el volumen de madera que se puede lograr es desconocido (Escobar, 1995).

4.6 Crecimiento.

En este ámbito, se pueden citar estudios realizados que constatan que dentro de las especies nativas, el avellano presenta un crecimiento relativamente rápido.

De esta manera, tres rodales de avellanos plantados en un arboretum de Frutillar alcanzan los crecimientos que se indican en el cuadro 7.

CUADRO 7

CRECIMIENTO DE AVELLANO BAJO CONDICIONES NATURALES.

Edad (años)	Número de árboles muestreados	Altura (m)	DAP (cm)	Crecimiento medio anual en altura (m/año)	Crecimiento medio anual en diámetro (cm/año)
9	345	1,66	3,2	0,28	0,15
10	591	2,38	3,8	0,34	0,2
15	144	5,68	5,2	0,47	0,4

Fuente: Vita (1977).

Como se aprecia, el avellano tiene un crecimiento medio anual en altura de 30 - 40 cm/año, aumentando con la edad, por lo que si el árbol mantuviese tal ritmo alcanzaría su altura máxima de 20 m alrededor de los 51 años (*Op cit.*).

Por su parte, Donoso *et al.* (1992) señalan que el crecimiento medio anual en diámetro del avellano alcanza su máximo alrededor de los 15 años y su valor es de 0,5 a 0,6 cm/año, en tanto que para el mismo período es esperable un incremento volumétrico de 12 m³/ha/año.

En el primer año de la plantación, este investigador observó que las plantas sin poda de raíces alcanzan 26 cm, en tanto que plantas podadas sólo llegan a los 22 cm; al segundo año se logra un incremento de 40 a 60 cm.

En renovales de tocón la situación es diferente; a los 5 ó 6 años de edad alcanza 5 a 6 m de altura y diámetros de 2 a 6 cm; a los 10 años comúnmente se logra 8 m de altura y hasta 9 cm de DAP. Con lo anterior, el crecimiento anual promedio del diámetro fluctúa entre 0,9 a 1,0 cm/año, e incluso los mejores individuos y en buenos sitios alcanzan 1,4 cm/año (Donoso, 1993).



5 PRODUCCIÓN.

5.1 Madera.

5.1.1 Características.

La madera del avellano es de gran belleza, de un aspecto lustroso, con una veta hermosa y notoria con anillos anuales bien diferenciados. No presenta olor característico.

Su duramen es de color rosado a café claro y la albura amarillento - rojiza. Los rayos medulares son gruesos y aparecen tanto en el corte tangencial como en el radial, en líneas o manchas bien marcadas.

Tiene grano medio y una fibra irregular; su densidad se puede clasificar como media; es liviana y dura; tiene buena resistencia mecánica; sin embargo, es poco durable especialmente en contacto con el suelo (Pérez, 1983).

Su estructura anatómica está conformada por 90 vasos por milímetro cuadrado (mm^2), de un diámetro medio de 35 micrones; tiene poros angulosos u ovals asociados tangencialmente, formando bandas concéntricas de espesor variable, siendo más abundantes en la madera joven; los tabiques son poco inclinados con una perforación única. Puntuaciones intervasculares en bandas y filas oblicuas, sinuosas; con presencia de abundantes engrosamientos espiralados.

El abundante parénquima lignificado es intravascular y crea un círculo alrededor del módulo. Las fibras lignificadas tienen tabiques delgados de 4 micrones, y un diámetro tangencial medio de 20 micrones; son poligonales y ordenados de forma regular linear; la puntuación es pequeña, simple y escasa.

Los rayos en un número de 2 a $4/\text{mm}^2$ son de dos tipos:

- ⇒ En una fila de forma homogénea o heterogénea, finos;
- ⇒ En varias filas homogéneas o poco heterogéneas, largas y grandes (Ortiz, 1959).

5.1.2 Propiedades.

5.1.2.1 Propiedades Físicas.

La densidad de esta madera varía desde 410 kg/m³ a 470 kg/m³ según sea madera anhidra o verde.

Por su parte, las contracciones tangencial, radial y volumétrica son del 6,9%, 3,8% y 11,5% respectivamente; por ello se la clasifica como de mediana contracción volumétrica total (Pérez, 1983).

5.1.2.2 Propiedades Mecánicas.

En el siguiente cuadro se resumen algunas de las propiedades mecánicas del avellano.

CUADRO 8

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE AVELLANO.

Ensayo y Propiedad	Unidad	Estado verde	Estado seco (CH = 12%)
Flexión Estática			
Tensión Límite de Proporción	kg/cm ²	236,0	410,0
Módulo de Rotura	kg/cm ³	407,0	625,0
Módulo de Elasticidad	t/cm ²	68,0	85,0
Compresión Paralela			
Tensión Límite de Proporción	kg/cm ²	151,0	265,0
Tensión Máxima	kg/cm ²	194,0	368,0
Módulo de Elasticidad	t/cm ²	98,0	102,0
Compresión Normal			
Tensión Límite de Proporción	kg/cm ²	26,0	49,0
Cizalle			
Tensión Rotura Tangencial	kg/cm ²	64,0	102,0
Tensión Rotura Radial	kg/cm ²	48,0	94,0
Tracción Normal			
Tensión Rotura Tangencial	kg/cm ²	25,0	28,0
Dureza (Janka)			
Resistencia Normal a Fibras	kg	208,0	268,0
Resistencia Paralela a Fibras	kg	227,0	324,0

Fuente: Pérez (1983).

Según esta información, la madera de avellano es medianamente tenaz, de pequeña resistencia a la flexión estática, y de baja dureza.

5.1.2.3 Aptitud para la Fabricación de Tableros.

La aptitud para la fabricación de tableros de partículas de avellano fue evaluada por Poblete (1992). En este sentido, y considerando que características tales como espesor, densidad y tipo de adhesivo determinan las posibilidades de uso de los tableros, gran importancia se le dio a la estimación de la flexión, de la tracción, del hinchamiento y de la absorción de agua.

Se concluyó que al emplear avellano en la fabricación de tableros, su baja resistencia implicaría consumir mayor cantidad de materias primas, razón por la cual desde el punto vista económico y tecnológico se consideran mejores alternativas el mañío, el coigüe, la tiaca y el tinea (DIN, 1982; Poblete, 1992).

Otro factor que influye en la fabricación de tableros, específicamente en el fraguado de los adhesivos, es el pH de la madera. Por ello Albin (1975) diseñó una investigación para determinar la reacción de aserrín en estado verde y anhidro en agua destilada y en cloruro de potasio (KCl). El material se obtuvo a dos niveles de altura; a la altura del pecho ó 1,3 m (DAP) y a nivel de la copa. Además, se realizaron mediciones del pH en corteza verde y anhidra. Los resultados se presentan en el cuadro 9.

CUADRO 9

pH DE MADERA Y DE CORTEZA DE AVELLANO.

Madera Verde				Madera Anhidra			
En H ₂ O		En KCl		En H ₂ O		En KCl	
Alt. pecho	Copa	Alt. pecho	Copa	Alt. pecho	Copa	Alt. pecho	Copa
3,9	4,4	3,9	4,6	3,9	4,2	3,8	4,0
Corteza Verde				Corteza Anhidra			
En H ₂ O		En KCl		En H ₂ O		En KCl	
4,3		4,2		4,1		4,0	

Fuente: Albin (1975).

Los valores señalados permiten suponer que los tableros de avellano no tienen problemas en el encolado de las partículas, ya que el fraguado de la cola no se ve influido negativamente por la acidez de la madera. Y si esto sucediera, queda la posibilidad de ajustar el pH del adhesivo con la aplicación de catalizadores, tales como sales de amonio (Kollmann, 1966; Albin, 1975).

5.1.3 Producción.

Por ser el avellano una especie no sujeta a censo, no existe información que permita una cuantificación nacional de este recurso forestal. Sólo se han realizado algunos estudios sobre los componentes de los diversos tipos de bosques nativos, que permiten apreciar la localización del avellano en diversas regiones, acompañado de las otras especies con las cuales se desarrolla (INTEC, 1982).

Con respecto a plantaciones madereras de la especie, se conocen antecedentes de las parcelas experimentales del Fundo Las Palmas de la Universidad Austral en Valdivia. Además, Donoso y Soto (1979), realizaron plantaciones en tres sitios diferentes con dos tipos de espaciamiento; las parcelas son de 2.500 m² para cada distanciamiento y los distanciamientos son 2 x 4 m y 4 x 4 m en cada predio. Los predios elegidos fueron San Pablo de Tregua, Llancahue y Fundo Los Pinos.

De igual forma existen algunas plantaciones en el predio experimental de la Universidad de Chile en Frutillar. En rodales de 10 años, el DAP medio fue de 7 cm, aumentando a 13 cm en árboles de 18 años (*Op cit.*).

Sin embargo, estas experiencias son insuficientes para establecer funciones de crecimiento y rendimiento de madera para la especie.

5.1.4 Usos.

El avellano tiene una amplia gama de usos, entre los que destacan el aprovechamiento de la madera, de las hojas y de la corteza, además del consabido uso que se le da a sus frutos.

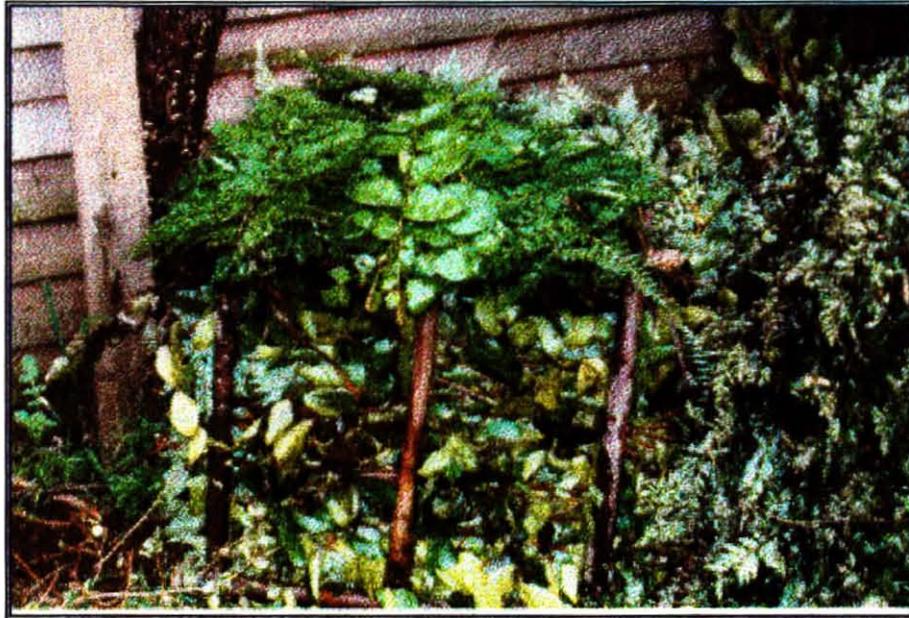
Con respecto a la madera, se usa en terminaciones y revestimientos interiores, muebles, chapas, remos e instrumentos musicales. Sobre todo en la IX y X regiones es un material muy apreciado del cual se tallan fuentes, bandejas y otros, ya que por ser liviana y flexible se deja trabajar fácilmente; además su hermosa veta la hace muy apropiada para revestimientos y tornería (Pérez, 1983).

Por el contrario, algunas de sus propiedades mecánicas y físicas, la hacen inapropiada para la carpintería y la construcción.

Las hojas en tanto, en los últimos años han experimentado aumentos en su nivel de utilización, y se venden para la confección de ramos y decoraciones. Para este fin, se cortan ramas de 40 cm con hojas de aspecto lustroso y se almacenan en cajas de madera por un mes aproximadamente (fotografía 3).

FOTOGRAFÍA 3

RAMAS DE AVELLANO CON HOJAS PARA LA VENTA.



De igual forma, con la corteza del avellano y otras hierbas medicinales, los mapuches preparan un té que es bebido para ayudar a coagular y sanar heridas internas causadas por golpes, combatir diarreas y actuar como antiparasitario; aparentemente esto se explicaría por el alto contenido de taninos y el pH de la corteza (Muñoz, 1981; Citarella, 1995; Conejeros, 1995).

5.2 Frutos.

5.2.1 Características y Composición.

El fruto del avellano es una drupa redondeada de color rojizo durante su etapa de crecimiento, y café a negro violáceo en la madurez. Este fruto conocido como avellana, está compuesto por un 66% de cáscara leñosa, un 28% de semilla o cotiledones, y un 6% por la cutícula que los mantiene unidos.

Las semillas, que son la parte comestible de este fruto, tienen en promedio 1,76 cm de diámetro, y pesan 1,6 gramos. Presentan un gran valor alimenticio, especialmente por su contenido de proteínas y lípidos, y un sabor muy apreciado (INTEC, 1982, 1984; SERCOTEC, 1985).

Diversos estudios han determinado la composición de la avellana chilena, que se resumen en el cuadro 10.

CUADRO 10

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA AVELLANA.

Componentes	Universidad de Chile	INTEC	Universitaet Liebig
Humedad(%)	7,5	8,1	7,3
Proteínas (%)	12,4	12,4	11,3
Lípidos (%)	49,3	47,8	48,0
Cenizas (%)	2,8	-	3,1
Fibra cruda (%)	3,6	20,0	-
Hidratos de carbono (%)	-	3,6	22,3
Materia fibrosa (%)	-	-	7,3
Valor calórico	-	535,5	-
Tocoferol/Kg. aceite (mg)	-	270	-

Fuente: INTEC (1984); Marquard (1995).

Por otra parte, la cáscara leñosa puede ser empleada como combustible ya que su poder calorífico al 10,9% humedad es de 3.900 kcal/kg, y seca llega a 4.700 kcal/kg (INTEC, 1982, 1984; SERCOTEC, 1985).

5.2.1.1 Características del Aceite.

Debido a que las avellanas contienen casi 50% de lípidos, es conveniente señalar las características físico - químicas de su aceite (cuadro 11) (INTEC, 1984).

CUADRO 11

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL ACEITE DE AVELLANA.

Peso específico (g/cm ³)	0,918
Índice refracción	1,468
Acidez libre (Ác. oleico %)	0,038
Índice saponificación (mg KOH/g aceite)	86,5
Residuo insaponificable (%)	0,20
Índice yodo (g I ₂ /100 g aceite)	84
Índice ácido (mg KOH/g)	máximo 1
Estabilidad de oxidación (h) con 97,8°C	47,0
Índice éster (mg KOH/g)	186,7
Grasa neutra (%)	98,79
Grasa ácido (%)	1,01

Fuente: INTEC (1984).

De igual forma, se realizó la identificación y cuantificación porcentual de los ácidos grasos presentes en el aceite de avellana refinado, mediante el análisis por cromatografía de gases de los ésteres metílicos de los ácidos grasos (cuadro 12).

CUADRO 12

ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN ACEITE REFINADO DE AVELLANAS (%)

Ácidos grasos		INTEC	Universitaet Liebzig
Ácido Palmítico	C 16:0	1,8	2,2
Ácido Hexadecaenoico	C16:1	27,6	25,8
Ácido Esteárico	C 18:0	0,5	0,8
Ácido Oleico	C 18:1	39,8	39,4
Ácido Isooleíco	C 18:1	-	4,6
Ácido Linoleico	C 18:2	6,9	7,7
Ácido Linolénico	C 18:3	10,1	-
Ácido Eicosanoico	C 20:0	1,3	2,1
Ácido Eicosaenoico	C 20:1	10,1	2,7
Ácido Isoeicosaenoico	C 20:1	-	5,1
Ácido Docosanoico	C 22:0	3,1	2,3
Ácido Docosaenoico	C 22:1	8,7	1,5
Ácido Isodocosaenoico	C 22:1	-	5,5

Fuente: INTEC (1984); Marquard (1995).

El análisis del cuadro precedente permite verificar que en la composición del aceite de avellanas priman los ácidos grasos no saturados, con uno, dos o tres dobles enlaces. Este alto porcentaje de ácidos grasos insaturados (93% del total de ácidos grasos presentes) da al aceite de avellanas buena admisibilidad para el consumo humano, especialmente por su contribución a impedir la formación de colesterol (INTEC, 1984; SERCOTEC, 1985).

De estos ácidos grasos, el ácido palmitoleico es el más importante y no es común encontrarlo en aceites vegetales; más bien sólo aparece en aceites de tortuga, visón y otros animales. Esto le daría una característica muy importante para el uso en cosmética (Flores y Segura, 1989).

Por otra parte, el alto contenido de ácido linolénico aumenta la inestabilidad del aceite, haciéndolo propenso a la rancidez; de hecho a temperatura ambiente soporta sólo 14 días, aumentando a 60 días si se almacena a 5°C (SERCOTEC, 1985; Bahamonde, 1986).

En resumen, el aceite de avellana puede ser usado para el consumo humano por su alto porcentaje en ácidos grasos no saturados, y en la industria cosmetológica para la fabricación de bronceadores, ya que tiene la propiedad de absorber las radiaciones bajas del espectro ultravioleta, permitiendo el paso solamente de aquellas bandas lumínicas que broncean sin dañar la piel; de cremas de limpieza y humectantes, ya que penetra rápidamente y su composición facilita la renovación de las células de la piel, contribuyendo a la eliminación de arrugas; además sirve para fabricar tonificantes que rejuvenezcan el cabello seco y dañado (SERCOTEC, 1985).

5.2.1.2 Características de la Harina.

La harina de avellana desgrasada, resultante de la extracción de aceite, contiene cerca de un 25% de proteínas, casi 10% de fibras y más de 55% de hidratos de carbono, lo que la constituye en un buen alimento tanto para animales como para el consumo humano (INTEC, 1984).

En el primer caso, la harina se obtiene de la extracción del aceite sin haber desprendido la cutícula protectora de la semilla y luego de eliminar el solvente. Esta aptitud fue evaluada por Carmen (1988), quien constató que ratas alimentadas con harina desgrasada de avellanas aumentaban más de peso que con alimentación en base a harina de soya.

Esta harina es también apta para el consumo humano, ya que no tiene olor ni gusto desagradables; es de color blanco y se dejan mezclar bien, pudiendo ser utilizada en confitería, y como base para la producción de mezclas proteicas, al igual que otras harinas de cereales o de soya. Su obtención es posible a partir de avellanas limpias y después de eliminar el solvente (INTEC, 1982; SERCOTEC, 1985).

5.2.1.3 Aprovechamiento del Fruto en Chocolatería.

Recientemente finalizó un estudio financiado por la Fundación de Innovación Agropecuaria (FIA) y patrocinado por el Instituto Forestal, el cual evaluó las aptitudes del fruto de avellano en la fabricación de chocolatería y pastelería artesanal.

Los resultados fueron bastante promisorios, ya que la avellana tostada puede transformarse en una pasta concentrada con características de textura, sabor, aroma y color aptos para la confección de rellenos finos en chocolatería; además dicha pasta posibilita el uso en repostería y pastelería como relleno de tortas y en su decoración. Por su parte, las pruebas de degustación mostraron preferencias en productos mixtos con almendras y chocolate ya sea bitter o de leche (Ravanal y Mattus, 1996).

Actualmente existe un proyecto en ejecución denominado "Estimación cuantitativa de la producción potencial de avellana chilena para una localidad rural del secano costero de la Región del Maule y desarrollo de un modelo tecnológico para incorporar calidad exportable a productos comestibles", el cual busca diseñar una planta piloto para manejar el fruto e introducir calidad en la transformación de la avellana comestible, así como manejar variables que inciden en la excelencia del producto desde la cosecha hasta el almacenamiento, con énfasis en el control de humedad; su financiamiento proviene también del FIA (Ravanal, 1997).

5.2.2 Producción.

Donoso (1978b), estableció que el número promedio de frutos por kilogramo es de 587, a partir de relaciones entre la producción de frutos, DAP y diámetro de copa de individuos de regeneración natural por semillas creciendo en un área alterada de la precordillera de Malleco (cuadro 13).

CUADRO 13

PRODUCCIÓN DE AVELLANAS EN MALLECO.

DAP (cm)	Diámetro copa (m)	Producción frutos (kg)	Nº de semillas por kg
6,35	1,0	2,00	635,32
7,62	2,0	1,50	592,06
7,87	2,5	2,00	611,99
10,16	2,0	2,80	523,28
11,43	3,0	1,20	819,67
13,97	2,0	4,0	585,48
16,51	2,5	3,0	585,13
19,05	3,5	7,80	567,21
19,05	4,0	4,50	481,00
21,59	4,5	2,50	602,04
24,77	5,0	10,00	506,84
25,40	4,0	3,50	572,13
26,67	4,0	5,00	641,02
27,31	5,0	3,80	584,79
29,21	4,5	4,50	598,80
31,75	9,0	4,00	566,89
34,29	6,0	6,50	578,70
36,83	5,0	4,50	542,59

Fuente: Donoso (1978,b).

Las mejores ecuaciones construidas para la producción de frutos en función del DAP y diámetro de copa son las siguientes:

$$y = 0,12437 \cdot \text{DAP} + 1,50569 \quad r = 0,53$$

$$y = 0,50511 \cdot \text{Diam de copa} + 2,11079 \quad r = 0,42$$

En el mismo estudio se muestrearon 4 árboles provenientes de tocón en una área en que había sido cortado un grupo de avellanos. La medición de éstos indicó que el DAP promedio es de 14,61 cm; el diámetro de copa de 3,5 m y el número de pies por tocón de 5.

Con todo, la producción media de frutos es de 4,18 kg por árbol, variando entre 1,90 y 6,00 kg; y el número promedio de semillas por kilogramo es de 578,77 con un rango de 632,19 a 640,20 (*Op cit.*).

De igual forma, en Frutillar X región, se efectuó un muestreo del DAP, diámetro de copa y altura para estimar la producción de frutos de avellano en 3 áreas plantadas (cuadro

14). Las características de estas áreas son las siguientes: árboles de 17 años de edad; dos rodales de 1.000 m², de 10 años de edad; área de 1.300 m² con árboles de 9 años.

CUADRO 14

PRODUCCIÓN DE AVELLANAS EN FRUTILLAR.

Edad de la plantación (años)	Densidad aprox (arb/ha).	Porcentaje de árboles con frutos (%)	DAP (cm)	Altura (m)	Producción por árbol (kg)	Producción frutos kg/ha.
17	-	-	12,60	6,30	34,200	-
10	3.200	53,33	6,93	4,66	0,321	1.027,2
10	3.200	93,33	8,35	4,85	0,826	2.643,2
9	2.200	80,00	7,01	3,97	0,655	1.441,0

Fuente: Donoso (1978,b).

Se observó un promedio de 514 semillas por kilogramo, bastante menor al registrado en Malleco, lo que no es extraño ya que se tiene evidencia que las avellanas del norte de la distribución de la especie (Curicó, Linares y Chillán) son de mayor tamaño que las del sur. De esta manera, en Curicó hay 270 semillas/kg, en la precordillera de Parral el rango de semillas por kilo va de 240 a 570, y en Valdivia son 585 semillas por kilo. El dato de Parral indica además que éste es un índice muy variable (Donoso, 1978b; Donoso *et al.*, 1992).

Los cuadros anteriores evidencian la tendencia al aumento de la producción de frutos de avellano con el incremento del DAP. Es posible suponer que dicho aumento esté igualmente relacionado con la edad, aunque ésta no se pudo determinar.

Por otra parte, es destacable el que en plantaciones el avellano empiece a producir frutos a muy temprana edad, ya que las primeras fructificaciones en algunos árboles se observaron a los 7 años (Donoso, 1978b).

Posteriormente, el mismo autor continuó con la investigación sobre producción de frutos, obteniendo información en un bosque secundario de roble y avellano en Pucón, Provincia de Cautín, IX Región, en el cual nuevamente se encontró una significativa correlación entre la fructificación y el DAP (cuadro 15) (Donoso y Soto, 1979).



CUADRO 15

PRODUCCIÓN DE AVELLANAS EN LA PROVINCIA DE CAUTÍN, IX REGIÓN.

DAP (cm)	Producción fruto (kg/árbol)
5,90	0,20
6,00	0,70
7,00	2,60
7,50	1,35
8,00	1,85
8,40	1,60
9,20	2,70
9,40	1,05
10,40	4,65
10,70	2,70
11,20	3,00
11,80	2,90
12,20	4,00
12,70	4,24
13,50	4,20
14,10	4,25
14,70	5,65
15,40	4,40
15,80	6,90
15,80	4,60
16,30	5,55
17,10	7,25
18,00	9,00
18,40	8,95
19,20	8,45

Fuente: Donoso y Soto (1979).

El análisis de regresión para estos valores origina la siguiente ecuación:

$$\text{Producción de frutos} : y = 0,588 * \text{DAP} - 3,11 \quad r = 0,90.$$

Por otra parte es posible sugerir una mayor producción de frutos en los diámetros intermedios de los árboles de Pucón con respecto a los de Malleco, que se debería al origen de tocón de los primeros (*Op cit.*).

Con respecto a la producción de frutos del Fundo Las Palmas, cerca de Valdivia, cuyo distanciamiento es de 4 x 4 m, Escobar (1995) informa que se han obtenido las siguientes producciones (cuadro 16).

CUADRO 16

PRODUCCIÓN DE AVELLANAS EN UNA PLANTACIÓN CERCA DE VALDIVIA.

Edad (años)	Productividad por árbol (kg de fruto)	Producción por hectárea (kg/ha)	Porcentaje de árboles con frutos (%)
9	0,23	138	42,5
10	1,58	50	82,5
11	1,20	720	92,5
12	3,10	1.860	95,0

Fuente: Escobar (1995).

Como se aprecia en el cuadro precedente, a partir del décimo segundo año, cada árbol tendría una producción media de 3 kilogramos de frutos (*Op cit.*).

Ahora bien, las observaciones realizadas por estos autores indican que la producción no sólo depende del DAP, sino también de la edad de los árboles y de las condiciones de luz y nutrientes. Por esto es que diversos estudios han indicado que la fructificación comienza entre los 5 y 9 años (Donoso, 1978b).

Por otra parte, la cantidad de fruta producida también varía de acuerdo a los estudios, entre 15 y 60 kilogramos por árbol (Donoso *et al.*, 1993).

También se observa en el cuadro 16 que la producción está sometida a una fuerte alternancia, lo que explica la diferencia de productividad registrada entre los años 11 y 12 (Escobar, 1995)

Otros autores también han estudiado este fenómeno, y han determinado que el patrón multianual en la periodicidad de la producción de semillas depende de un ritmo inherente a las especies vegetales. Esto porque el proceso de almacenaje de nutrientes se produce algunos años antes que el florecimiento y la semillación, y dicho proceso es a su vez influido por las condiciones climáticas.

En el caso del avellano, la presencia de primaveras y veranos secos e inviernos húmedos es muy importante, más que la temperatura, para que el proceso de semillación ocurra ese año. Específicamente, la especie presenta una alternancia de dos años (Murua y González, 1985).

5.2.3 Industrialización.

5.2.3.1 Materia prima.

Como ya se indicó, el avellano es una especie silvestre no inventariada por lo que para hacer una estimación de la disponibilidad de frutos debe recurrirse a las siguientes suposiciones. En la VIII Región, al año 1977 existían cerca de 27.000 há con avellanos, en una densidad media para la especie de 300 árboles/há; si la producción media es de 30 kg/árbol, en esa zona la producción sería de 216.000 toneladas.

Con ello, y asumiendo que en el resto de las regiones hay un 50% adicional, se llega a una disponibilidad que supera las 300.000 toneladas (Donoso, 1978b).

Ahora bien, considerando que los avellanos frecuentemente se encuentran mezclados con otras especies, y que el sistema de recolección involucra la cosecha desde el suelo, en el cual también roedores aprovechan las semillas, INTEC (1984) estima que como máximo se podría recolectar 1/3 de la existencia de avellanas, vale decir, 100.000 toneladas.

5.2.3.2 Procesamiento.

Para su procesamiento, la avellana presenta dos importantes problemas: el descascarado y la textura dura de la semilla. Con respecto al primero, se debe separar la cáscara propiamente tal y el perispermo, que es una cutícula delgada de difícil remoción que está adherida a los cotiledones.

Por su parte, la cáscara de carácter leñoso afecta la aceptación del producto, y por lo tanto es necesario mojarla y romperla en un molino que comunique cierto esfuerzo de corte al fruto (INTEC, 1984).

Considerando esta situación, se detallarán algunas etapas del procesamiento de las avellanas.

a.- Partido para descascarar.

Para partir las avellanas se usa un molino de discos rotatorios que produce una trituration de la cáscara y, a la vez, comunica un esfuerzo de corte necesario para separar las mitades del fruto, quedando libre la porción comestible o núcleo (INTEC, 1982).

Sin embargo, en este proceso comúnmente los frutos de mayor tamaño también se trituran y los pequeños permanecen enteros por lo que a este molino fue necesario adosarle unos tamices vibratorios con aberturas de hasta 5 tamaños ya que el avellano presenta claramente tres clases de calibre: grande (16 mm de diámetro); mediano (12 mm) y descarte o pequeño (menos de 12 mm).

b.- Separación de cáscara y núcleo.

El producto obtenido de la trituration del fruto entero consiste en una mezcla de cáscaras, núcleos y polvillo fino. Para separarlos INTEC (1984) construyó un equipo, en el cual la mezcla de cáscaras y núcleos es descargada en la superficie de un tanque lleno de agua provisto de un rebalse y una salida inferior con llave.

A causa de una pequeña diferencia de densidad, la cáscara flota en el agua y es eliminada a través del rebalse, en tanto que los núcleos se hunden; la operación es semicontinua ya que a intervalos regulares se recoge el producto del fondo del tanque.

Es de destacar que para disminuir el consumo de agua ésta se reutiliza mediante una bomba.

c.- Separación cascarilla fina.

El núcleo comestible posee adherida una pequeña cascarilla que es necesario eliminar. Para ello se han utilizado varios métodos tales como pelado químico, inyección de vapor o separación mecánica, siendo más exitoso el mecanismo de la ebullición en agua.

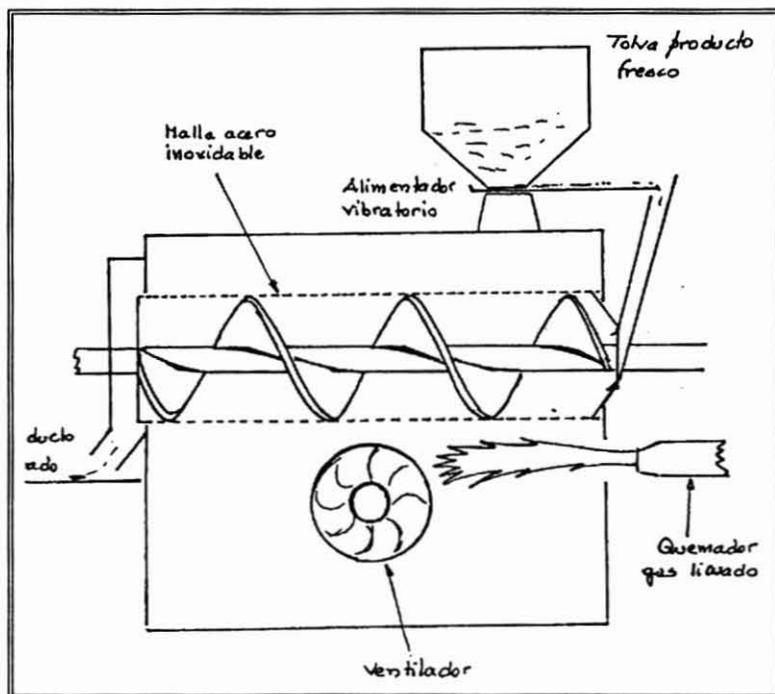
Para ello se utiliza un reactor agitado con agua a ebullición sobre el cual se vierte el producto y se hierve durante 9 minutos (*Op cit.*).

d.- Tostado.

Para refinar el producto obtenido de las etapas anteriores, es necesario someter a los frutos a un equipo de tostado, en lo posible con malla vibratoria, para producir el movimiento de las semillas y lograr un tostado uniforme (figura 2).

FIGURA 2

EQUIPO TOSTADOR.



Fuente: INTEC (1984).

Las variables principales de este proceso son tiempo de permanencia del producto en el tostador, temperatura y flujo o carga del producto.

Las condiciones recomendables de tostado para la obtención de un producto de buena calidad son: un flujo de 20 a 30 kg/hora; temperatura de 238°C, y tiempo de 9 a 11 minutos (*Op cit.*).

Una vez enfriado el producto se envasa. Se recomienda un baño antioxidante para evitar el enranciamiento del producto.

Finalizado el tostado de 100 kg de avellanas, se obtienen 70 kg de producto terminado (López, 1989).

Esta metodología no da resultados del todo positivos, y actualmente está siendo revisada y mejorada a través de un proyecto financiado por la Fundación de Innovación Agropecuaria que busca desarrollar un modelo tecnológico para incorporar calidad de exportación a la avellana comestible y manejar variables que inciden desde la cosecha hasta el almacenamiento del producto a elaborar (Ravanal, 1997).

Por otra parte, existe un procesamiento tradicional o artesanal de los pequeños vendedores de avellanas. En éste, las avellanas se tuestan parcialmente con afrechillo en un tostador movible, lo que permite su almacenamiento hasta por dos años, y al momento de vender se tuestan nuevamente por algunos minutos.

El afrechillo se separa con un tamizador y los núcleos se pulen. Al final éstos núcleos son puestos en bolsas.

Ahora bien, para obtener avellanas saladas se sumergen los núcleos limpios en una solución saturada de sal a temperatura ambiente por un período de 30 minutos. También se utiliza el proceso de aplicación de aceite hirviendo, donde se adiciona el sabor que se desea imprimir sea este queso, jamón, picante, u otro (López, 1989).

5.2.3.3 Usos.

Las avellanas tostadas se venden normalmente en pequeñas bolsas de 20 g. en las ciudades del sur de Chile. En los últimos años también se pueden ver en bolsas de 250 g. en los supermercados de Santiago, con sabores diferentes.

Las avellanas saladas sustituyen o complementan otros elementos de cócteles, como el maní y almendras saladas. Para los productos de confitería es necesario diferenciar aquellos que utilizan las avellanas enteras, trozadas o picadas, de los que requieren de harina de avellana. Las avellanas enteras pueden ser utilizadas en la elaboración de chocolates, grageas confitadas glaseadas, helados y otros (López, 1989).

Por otra parte, las avellanas pueden ser utilizadas en la fabricación de pasta concentrada y praliné. Para ello, se somete harina uniformemente tostada, a un procesador de alimentos con lo cual se obtiene una pasta viscosa rica en aceites vegetales (Ravanal y Mattus, 1996).

6 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

6.1 Análisis de Mercado.

El mercado de la madera de avellano no presenta un nivel de desarrollo significativo, debido principalmente a la escasa oferta, ya que en los bosques actuales es bastante difícil encontrar árboles con fuste recto y diámetro apto para el aserrío. Esto fue confirmado por un sondeo realizado en barracas y mueblerías de la IX y X Región.

Por ello, los árboles son cosechados y vendidos por lugareños que poseen bosques con avellano según pedidos en los que el comprador especifica el producto requerido.

Sólo algunas empresas dedicadas a la fabricación de muebles, instrumentos musicales y enchapados y, artesanos que producen guitarras, botes y remos, bandejas y fuentes de avellano, se interesan en la especie, aún cuando tengan problemas con el abastecimiento de materia prima.

Como se puede deducir, sobre precios y volúmenes de producción no existen datos estadísticos. A nivel de campesinos se transa la pulgada de esta madera en \$3.000 (tres mil pesos).

La comercialización de carbón de avellano tampoco tiene un valor comercial importante, debido al escaso poder calorífico de la especie.

En los últimos años ha surgido un mercado interesante para la producción y venta de árboles de avellano, por lo que se espera que la situación descrita se revierta.

Distinto es el panorama en lo que se refiere al mercado de las avellanas como frutos. En este sentido, INTEC (1984) a fin de dimensionar la demanda y calcular niveles de precios, entregó muestras de avellanas tostadas a supermercados para que el público degustara el producto e indicara el grado de aceptación.

Algunos resultados relevantes indican que el 71% de la muestra había consumido alguna vez avellanas; el 56,4% de la muestra desconocía las avellanas tostadas; el 89,7% consideró que el gusto de las avellanas era bueno; 6% regular, y un 4,3% manifestó una opinión negativa respecto a su calidad.

La mayoría de las personas encuestadas presenta una opinión muy favorable, manifestándose en numerosas oportunidades la complacencia por la existencia de un producto de este tipo y el interés por adquirirlo de inmediato.

Esta investigación permitió establecer una demanda anual de avellanas tostadas de 50 toneladas. Ahora bien, si este producto compite en el mercado del maní y la avellana europea, y los reemplaza en algún porcentaje, la demanda por avellanas ascendería a 69 toneladas por año.

No sucedería lo mismo con almendras, pistachos y castañas de cajú ya que éstos se comercializan en un mercado muy especializado.

El nivel de exportaciones no se conoce con claridad. En 1981, por ejemplo, se exportaron 80 toneladas de avellanas limpias sin tostar a Brasil por un monto nominal de US\$ 241.920, equivalente a 3 US\$/kg. También se han exportado muestras a los Estados Unidos (*Op cit.*).

6.2 Potencial de Ventas.

De los diferentes productos que es posible obtener de la especie, las avellanas tostadas son las más importantes y conocidas; en el mercado nacional su oferta no sólo se limita a las ciudades del sur, donde se produce, sino que su comercialización involucra también a los supermercados de distribución nacional.

El producto se vende en paquetes de 50, 100 ó 200 g., a precios que fluctúan entre los \$ 800 para bolsas de 200 g. en un supermercado y \$300 para un paquete de 20 gramos comprado en la calle.

En este ámbito también se puede citar el estudio realizado por Ravanal y Mattus (1996), quienes sondearon el mercado nacional para dimensionar las perspectivas de desarrollo de la cosecha y producción de avellanas. Los precios que señalan son los siguientes:

Malla de frutos de 1 kg. en supermercados:	\$ 500 - \$ 600.
Envase de 120 gr. de avellanas tostadas y saladas	\$ 500 - \$ 600.
Malla de 1 kg. en tostaderías	\$ 400.
Envase de 250 gr. tostadas y saladas.	\$ 700.
Envase de 250 gr., solo tostado	\$ 300 - \$ 700.

Por su parte, Irigoi (1994) señala que las tostaderías son de dos tipos; por una parte, las artesanales que se encuentran en las casas, y por otra las tostaderías a nivel empresarial. Entre ambos niveles, durante el período 1992 - 1993 se tostaron 100.000 kg de avellanas.

De interés es también la venta de productos refinados como aceite, productos de cóctel y confites, cuyos mercados, aunque son de menor magnitud, permitirían elevar el precio de la materia prima y eventualmente fomentar las plantaciones de la especie.

El aceite es producido en laboratorios como Boroa S.A., y es vendido en botellas de 30, 80 y 125 ml como artículo de cosmética. A nivel industrial este producto alcanzaba precios de US\$ 15 por litro, en tanto que la botella de 30 ml vale \$ 800 (SERCOTEC, 1985).

Actualmente, exportaciones de aceite refinado a Francia han alcanzado valores de US\$ 22,5 FOB/lt (Cámara Chilena de Comercio, 1997).

También existe alguna demanda en el mercado de la harina de avellanas, empleada en la alimentación de animales y seres humanos, sobretodo en el segmento de los alimentos infantiles y proteicos (INTEC, 1984).

Por su parte, los árboles ornamentales y las hojas se comercializan en un mercado en expansión, aunque de importancia relativa a nivel nacional.

Como se indicó, en la actualidad la madera presenta un bajo potencial de ventas, por no existir oferta.

6.3 Costos.

Debido al escaso nivel de desarrollo de este cultivo, a la fecha no es posible contar con índices de precios para el establecimiento, mantención y manejo de plantaciones.

De igual forma, por el hecho de que la recolección de frutas la hacen los lugareños vendiendo su producto con cáscara, esto no incorpora gran parte de los costos reales de la faena.

7 RESUMEN.

Gevuina avellana es una especie monotípica y endémica de Chile que se distribuye en la zona centro - sur del país, que posee una gran adaptación ecológica; sobretodo se encuentra en la pluviselva valdiviana.

Esta gran adaptación se origina en la capacidad de formar raíces proteiformes que favorecen una absorción de nutrientes y agua en sitios de factores climáticos extremos.

Su propagación es posible por medio de semillas estratificadas; presenta buena capacidad para rebrotar desde los tocones, sobretodo en bosques explotados o afectados por fuego; la germinación *in vitro* no presenta problemas, aunque es bastante irregular.

No se la encuentra formando masas, sino más bien pequeños grupos, o en forma aislada. Se asocia normalmente a algunos **Nothofagus**.

El árbol alcanza 20 metros de altura, posee hojas perennes de color verde oscuro y florece abundantemente. Sus flores hermafroditas se ubican en racimos largos de color blanco.

Las avellanas poseen un alto contenido nutritivo, siendo idóneas para el consumo humano ya sea tostadas o saladas, y para el consumo animal. Por otra parte, el aceite es utilizado en la industria cosmética.

Además el avellano tiene importancia como árbol melífero, ornamental y maderero, aun cuando no existen grandes masas que permitan su cultivo a nivel comercial.

La madera posee una veta oscura sobre fondo claro y se usa principalmente para revestimientos interiores, muebles, chapas, remos. La corteza tiene un pH ácido y es utilizada por los mapuches como medicina.

8 BIBLIOGRAFÍA.

- ALBIN, R. 1975. Determinación del pH en diversas especies de renovales de la Provincia de Valdivia. *Bosque* 1 (1): 3-6.
- ARMESTO, B. 1987. Stand structure and dynamics in the temperate rain forest of Chiloe. *Journal of Biogeography* 15: 367-376.
- BAHAMONDE, M. 1986. Estudio de prefactibilidad para la recolección e industrialización de la avellana chilena en la novena región. Seminario, Universidad de la Frontera, Facultad de Ciencias Jurídicas, Temuco.
- BARRERA, E.; MEZA, I. 1988. Características de la epidermis foliar de las especies proteáceas chilenas. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 41: 57-69.
- BARTON, L. 1953. Seed storage and viability. *Boyce Thompson Inst.* 17: 87-103
- BUTENDIECK, M.; GONZÁLEZ, L. 1968. Recuento cromosómico en especies vegetales chilenas. *Bosque* 28 (1): 41-43.
- CAMARA CHILENA DE COMERCIO. 1997. Comunicación personal.
- CARMEN, C. 1988. Evaluación de algunos métodos de extracción de aceite de avellana (**Gevuina avellana**). Memoria de título, Universidad de Concepción, Chillán.
- CITARELLA, L. 1995. Medicinas y culturas en la Araucanía. Editorial Sudamericana, Santiago, 294.
- CONEJEROS, A. 1995. Comunicación personal, CET. Temuco.
- DANIEL, A. 1982. Principios de Silvicultura. Mc.Graw- Hill Co. Inc. México.
- DIN. 1982. Normen für Holzfaserplatten, Sperrholz. Taschenbuch 60. Beuth Verlag GMBH, Berlin, 228.
- DONOSO, C. 1978a. Dendrología de árboles y arbustos chilenos. Manual N° 2, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile: 44-50.
- DONOSO, C. 1978b. Antecedentes sobre producción de avellanas. *Bosque* 2 (2): 105-108.
- DONOSO, C.; SOTO, L. 1979. Antecedentes sobre producción de avellanas (segundo información de avance). *Bosque* 3 (1): 69-70.
- DONOSO, C.; NOVOA, R. 1983. Germinación de semillas y técnicas de vivero para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. Informe de Convenio N° 67, Universidad Austral de Valdivia: 3-9.

- DONOSO, C.; ESCOBAR, B. 1986. Germinación de las proteáceas arbóreas chilenas. *Bosque* 7 (2): 85-94.
- DONOSO, C.; CORTES, M.; ESCOBAR, B. 1992. Técnicas de vivero y plantaciones para avellano (***Gevuina avellana***). Chile Forestal, Documento Técnico N° 63.
- DONOSO, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Segunda Edición, Editorial Universitaria, Santiago.
- DONOSO, C.; HERNÁNDEZ, M.; NAVARRO, C. 1993. Valores de producción de semillas y hojarasca de diferentes especies del tipo forestal siempreverde de la Cordillera de la Costa de Valdivia obtenidos durante un período de 10 años. *Bosque* 14 (2): 65-84.
- ESCOBAR, B. 1990. Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas. *Bosque* 11 (1): 8.
- ESCOBAR, B. 1995. Comunicación personal, Universidad Austral, Valdivia.
- FLORES, L; SEGURA, A. 1989. Diseño y construcción de una planta piloto para extracción de aceite de avellana. Tesis de grado, Universidad de la Frontera, Facultad de Ingeniería y Administración, Temuco.
- FONT QUER, P. 1965. Diccionario de Botánica. Segunda Edición. Editorial Labor S.A., Barcelona, 892.
- GANTZ, C. 1994. Caracterización, crecimiento e intervenciones silvícolas en un renoval mixto de Monte Bajo, del tipo siempreverde, en la provincia de Valdivia. Tesis de grado, Universidad de Valdivia.
- GRINBERGS, J.; VALENZUELA, E.; RAMÍREZ, C. 1986. Germinación "in vitro" de ***Gevuina avellana*** Mol. (Proteaceae). *Bosque* 7 (2): 95-101.
- HOFFMANN, A. 1982. Flora silvestre de Chile, Zona Araucana. Segunda edición, Fundación Claudio Gay. Santiago.
- HUBER, A.; OYARZÚN, V.; OÑATE, M. 1986. Factores reguladores de la transpiración de algunas especies arbóreas del bosque siempreverde del sur de Chile, *Turrialba* 36(3): 329-336.
- HUECK, K. 1966. Die Wälder Südamerikas. Ökologie, Zusammensetzung und wirtschaftliche Bedeutung, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 333-337.
- INFANTE, R. 1996. Comunicación personal, Universidad de la Frontera, Temuco.
- INSTITUTO FORESTAL. 1992. Caracterización dendrológica de las especies leñosas del fundo Escuadrón, Concepción, Chile. *Ciencia e Investigación Forestal*, 6 (2): 220.

- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS (INTEC). 1982. Recolección e Industrialización de avellana chilena. Informe final. Oficina de Planificación Agrícola e Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Santiago.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS (INTEC). 1984. Investigación y aprovechamiento de recursos silvopastorales no tradicionales en la Novena Región. Informe de la Fase I, Tomo I, Santiago.
- IRIGOI, M. 1994. Situación actual de la producción y perspectivas de exportación de castañas y avellanas chilenas. Tesis de grado, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Santiago.
- JACOB, H. 1995. Bericht und Studie über den Obstanbau in der IX Region Chiles. Forschungsanstalt und Fachhochschule Wiesbaden.
- KOLLMANN, F. 1966. Holzspanwerke. Springer Verlag, Berlin, 821.
- KRUGMANN, E. 1974. Seed biology. In: G.S. Schopmeyer (ed), Seeds of woody plants in the United States, USDA, Handbook 450: 5-40.
- KRÜSSMANN, G. 1977. Handbuch der Laubgehölze. 2. Auflage, Bd. II, Paul Parey Verlag, Hámburg, 114.
- LAMONT, B. 1982. Mechanism for enchancing nutrient uptake in plants with particular reference to Mediterrean South Africa and Western Australia, The Botanical Review 48 (3): 597-689.
- LÓPEZ, C. 1989. Industrialización de la avellana. El Campesino 120 (1-2): 50-56.
- MARQUARD, R. 1995. Documento interno del Institut for Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Justus Liebig Universitat. Glessen.
- MÖSBACH, E. 1992. Botánica indígena de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino, Ed. Andrés Bello, Santiago.
- MUÑOZ, M. 1980. Flora del parque nacional Puyehue. Ed. Universitaria S.A., Santiago.
- MUÑOZ, M. 1981. El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.
- MURÚA, R. 1984. Daño de poblaciones animales en plantaciones de pino insigne (**Pinus radiata** D. Don.). En Seminario Protección Fitosanitaria Forestal. Concepción, Chile: 209 - 223.
- MURÚA, R.; GONZÁLEZ, L. 1981. Estudio de preferencias y hábitos alimenticios en dos especie de roedores cricétidos. Universidad de Valdivia. Medio Ambiente: 115-124.

- MURÚA, R.; GONZÁLEZ, L. 1985. Producción de especies arbóreas en la pluviselva valdiviana. *Bosque* 6 (1): 15-23.
- OBERDORFER, E. 1960. Pflanzenbiologische Studien in Chile-Ein Vergleich mit Europa. *Flora et Vegetatio Mundi* 2: 1-22.
- ORTIZ, M. 1959. Etude anatomique de quelques uns des principaux bois chiliens. Université du Chili. Santiago, 24-25.
- PEREDO, H.; AGUILAR, A. 1983. *Pestalotia truncata* en hojas de avellano (**Gevuina avellana**). *Agricultura técnica* 43 (1): 67-68.
- PÉREZ, V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Investigación y desarrollo forestal. Documento de Trabajo N° 47, Santiago.
- PISANO, E. 1950. Observaciones sobre la renovación del bosque de laurel y ulmo en la región del lago de Llanquihue. *Apartado de Agricultura Técnica* 10 (1): 27-49
- POBLETE, H. 1992. Fabricación de tableros de partículas con especie nativas creciendo en terrenos de Ñadi. Chile Forestal, Documento Técnico N° 65.
- POZO, F. 1989. Influencia de la materia orgánica del suelo en la formación de raíces proteiformes de **Gevuina avellana**. Tesis de grado, Facultad de Biología, Universidad de Valdivia.
- PURNELL, H. 1960. Studies of the family **Proteaceae** I. Anatomy and morphology of the roots of some Victorian species, *Australian Journal of Botany* 8: 38-50.
- QUINTANILLA, V. 1974. Un ensayo fitoecológico del sur de Chile, Ediciones Universitarias de Valparaíso, 104.
- RAMÍREZ, C.; GRINBERGS, J.; VALENZUELA, E.; SAN MARTÍN, C. 1990. Influencia de las raíces proteiformes en el desarrollo de plántulas de **Gevuina avellana** Mol. (Proteaceae). *Bosque* 11 (1): 11-20.
- RAMÍREZ, C. 1996. Comunicación personal, Universidad Austral, Valdivia.
- RAVANAL, C. 1997. Comunicación personal. Jefe de la Unidad de Estudios, Oficina Región Metropolitana, CONAF.
- RAVANAL, C.; MATTUS, L. 1996. Exploración de usos alternativos del fruto de **Gevuina avellana** Mol. en chocolatería y pastelería. Informe final. Estudio realizado para INFOR. Documento Interno.
- RODRÍGUEZ, R.; MATTHEI, O.; QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile: 160-163.

- SERVICIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA (SERCOTEC). 1985. Perfil técnico - económico: Planta Industrializadora de avellanas. División Estudio de Proyectos, Santiago.
- STEUBING, G. 1983. Seasonal changes of cold resistance of Proteaceae of the South Chilean forest. *Vegetatio* 52: 35-44.
- STRASBURGER, E.; NOLL, F; SCHENCK, H; SCHIMPER, H. 1963. Tratado de Botánica. Quinta Edición española. Editorial Marín S.A., Santiago. 556- 557.
- VITA, A. 1977. Crecimiento de algunas especies forestales nativas y exóticas en el arboretum del Centro Experimental Forestal Frutillar. Facultad de Ciencias Forestales, Boletín Técnico N° 47, Universidad de Chile, Santiago.
- WEINBERGER, P; ROMERO, M; OLIVA, M. 1973. Untersuchungen über die Dürresistenz patagonischer immergrüner Gehölze. *Vegetatio* 28: 75-79.



PROYECTO
SILVICULTURA DE ESPECIES NO TRADICIONALES:
UNA MAYOR DIVERSIDAD PRODUCTIVA
(FONSIP-FIA)

Dirección:
VERONICA LOEWE



INFOR
INSTITUTO FORESTAL