

INFOR  
317  
C-2



0000010



# Productos Forestales No Madereros



EXPERIENCIAS DE INCORPORACIÓN DE VALOR AGREGADO EN CHILE



## Productos Forestales No Madereros

### Experiencias de Incorporación de Valor Agregado en Chile

#### Editores

Carlos Kahler G.  
Jorge Campos R.  
Mauro Ferrando T.

Noviembre de 2004

© Registro de Propiedad Intelectual  
N°143812

**Edición de textos:**  
Loredana Braghetto B.

**Diseño y diagramación:**  
Hernán Romero D

**Impresión:**  
ByB Impresores.



**“Productos Forestales no Madereros, experiencias de incorporación de valor agregado en Chile”** es una publicación desarrollada en el marco del proyecto **“Innovación Tecnológica y Comercial para Productos Forestales no Madereros en Chile”**, el cuál ha sido desarrollado por Fundación Chile y el Instituto Forestal con financiamiento del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, -FONDEF- dependiente de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología.

Agradecemos muy sinceramente la colaboración de las siguientes instituciones o empresas que han participado en calidad de entidades asociadas al proyecto o bien, han entregado información relevante para el desarrollo de la presente publicación.

### **Instituciones o Empresas Asociadas al Proyecto**

Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional de Desarrollo Indígena –CONADI-, Centro de Información de Recursos Naturales –CIREN-, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO-, Universidad Católica de Temuco, Federación de Procesadores de Alimentos y Agroindustriales de Chile -FEPACH A.G.-, Corporación Privada de Desarrollo Social IX Región CORPRIX, Confederación Nacional de Asociaciones Gremiales y Organizaciones de Pequeños Productores Campesinos de Chile –CONAPROCH-, Confederación Nacional de Cooperativas Campesinas. -CAMPOCOOP LTDA-, Cooperativa Campesina LONCOPANGUE LTDA., Fundación Instituto Indígena, Forestal Mininco S.A, AFODECH LTDA, MIMBRES CHILE LTDA, Comercial y Deshidratadora Graneros LTDA, NEVADA EXPORT S.A., ATE CHILE S.A. Eduardo Saldías B., Muebles Paillaco.

### **Instituciones o Empresas Colaboradoras**

Corporación Nacional Forestal, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Chile, Universidad de la Frontera, Universidad de Talca, Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, Red Internacional del Bambú y el Ratán –INBAR-, Taller de Acción Cultural –TAC-, Red de Productos Forestales no Madereros de Chile, AFODEGAMA, Fundación San Cristóbal, Index Salus Chile, IMO Chile, Coordinadora de Recolectores de la VIII Región, Agroindustrias San Francisco, Herboristería Flor de los Riscos, Bosque Modelo de Chiloé, Fundación Palma Chilena, Green & Flowers Ltda.

Profesionales participantes en Proyecto “Innovación Tecnológica y Comercial para PFM en Chile”.

#### **Fundación Chile**

Carlos Kahler G.  
Jorge Campos R.  
Mauro Ferrando T.  
Juan Kirmayr S.  
Karin Rautenberg T.  
Pamela Reyes G.  
Nicolás Troncoso M.

#### **Instituto Forestal**

Gerardo Valdebenito R.  
Álvaro Sotomayor G.  
Mauricio Aguilera F.  
Edison García R.  
Oscar Larraín L.  
Rodrigo Pincheira V.

de nuestro país



Murta  
Ugni molinise



Merken



Oregano del Altiplano  
Origanum vulgare



Los Productos Forestales No Madereros (PFNM), constituyen una importante parte del bosque y de las formaciones silvestres. Estos productos han proporcionado bienes para la alimentación, medicina, vivienda, abrigo, defensa, utensilios, decoración y en general para casi todos los aspectos de la vida humana, especialmente a las comunidades indígenas y al medio rural y urbano de bajos recursos económicos.

La forma en que se recolectan, almacenan, procesan y consumen los diferentes PFNM, tiene gran importancia, tanto para asegurar la sustentabilidad del producto, como para aprovechar íntegramente sus propiedades, sean estos en usos medicinales, alimenticios u otros, agregando por sí valor a ellos.

Fundación Chile, en conjunto con el Instituto Forestal, inician el año 2001 un proceso de sistematización de la información y formulación de propuestas de desarrollo, por medio de la ejecución del proyecto: "INNOVACION TECNOLOGICA Y COMERCIAL DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM) EN CHILE", financiado por FONDEF. Uno de los objetivos propuestos, es investigar sobre los procedimientos existentes, y las nuevas opciones tecnológicas y comerciales para agregar valor a estos productos.

Ha sido una constante en Chile, que el tema de los PFNM se mueva en el campo de la informalidad, existiendo poca investigación e insuficientes publicaciones que orienten a como obtener mejores resultados en las prácticas de aprovechamiento de estos recursos.

El presente trabajo reúne información recopilada sobre algunos de los PFNM más relevantes en Chile, las técnicas de procesamiento actualmente empleadas a nivel comercial, así como procesos innovativos que han sido explorados en un número creciente de experiencias de investigación y desarrollo emprendidas en los últimos años en el país. Se presenta además un análisis de los procesos de certificación, y las oportunidades que estos pueden generar en cuanto al aprovechamiento sustentable y a la incorporación de valor en los PFNM.

Un aspecto fundamental a destacar, es que mediante las diferentes alternativas de procesamiento, se genera la posibilidad de agregar valor a los diversos PFNM, y así hacer más rentable una actividad de gran relevancia social para las comunidades rurales. Se estima que en Chile alrededor de 220.000 personas están relacionadas de manera directa en la cosecha, procesamiento, elaboración y comercialización de estos productos.

Esperamos en el futuro, poder entregar mayor y mejor información en el área de procesamiento de PFNM, generada a partir de los propios resultados del presente proyecto, así como del fruto de otras investigaciones que se están llevando a cabo en otros proyectos de Investigación, Desarrollo y Transferencia.

**Carlos Kahler González**

**Jorge Campos Roasio**

<b>Prólogo</b>	<b>5</b>
<b>I. Plantas medicinales y aromáticas</b>	<b>7</b>
1.1- Materia prima.	8
1.2- Procesamiento.	9
<b>II. Aceites esenciales y extractos</b>	<b>19</b>
2.1- Materia prima.	19
2.2- Procesamiento.	24
<b>III. Hongos, frutos silvestres y otros alimentos</b>	<b>37</b>
3.1- Hongos silvestres comestibles.	37
3.2- Avellana ( <i>Gevuina avellana</i> ).	50
3.3- Murta o Murtilla ( <i>Ugni Molinae</i> ).	61
3.4- Piñón de Araucaria ( <i>Araucaria araucana</i> ).	67
3.5- Miel.	75
<b>IV. Colorantes vegetales</b>	<b>77</b>
4.1- Plantas tintóreas para uso textil.	77
4.2- Colorantes vegetales para alimentos.	78
4.3- Proceso para la obtención de concentrados y jarabes.	82
<b>V. Follajes y plantas ornamentales</b>	<b>85</b>
5.1- Recolección y procesamiento de follajes.	85
5.2- Plantas de árboles y arbustos ornamentales nativos.	87
<b>VI. Fibras para cestería y cañas</b>	<b>89</b>
6.1- Mimbre ( <i>Salix viminalis</i> ).	89
6.2- Voqui.	91
6.3- Bambú.	93
<b>VII. Energía a partir de biomasa.</b>	<b>99</b>
<b>VIII. Los Procesos de Certificación y los Productos Forestales no Madereros.</b>	<b>101</b>
8.1- Esquemas de certificación para Productos Forestales no Madereros.	101
8.2- Certificación orgánica.	102
8.3- Etiquetado de Comercio Justo.	105
8.4- Certificación de Manejo Forestal.	105
8.5- Desafíos de la certificación de PFNM.	106
8.6- Conclusiones.	107
<b>IX. Tendencias en la incorporación de valor agregado para los PFNM</b>	<b>109</b>
<b>Anexos</b>	<b>111</b>
A.I - Proyectos nacionales relacionados con procesamiento de PFNM.	113
A.II - Referencias bibliográficas relacionadas con procesamiento de PFNM.	117

## 1. Plantas medicinales y aromáticas.

**E**n el Chile, estudios indican que existen más de 400 especies de plantas medicinales autóctonas o asilvestradas, con una amplia variedad de especies comercializadas en mercados internacionales e informales.

A nivel internacional, el boldo y la rosa mosqueta son las especies de mayor interés comercial. También pichi, matico, zarzaparrilla, limpiaplata, quinchamalí y bailahuén, figuran entre las más demandadas, e incluso, algunas de ellas a una escala industrial.

Entre los árboles con potencial de desarrollo de productos medicinales - además del ya mencionado boldo - se encuentran el arrayán, canelo, maitén, maqui, peumo, quillay, ciprés de las Guaitecas y radial (FIA, 2001).

No podemos dejar de mencionar la llamada hierba de San Juan (*Hypericum perforatum*) que generó un importante movimiento entre la VI y IX regiones entre los años 1996 y 1998.

Por su parte, la comercialización de las especies se compone de dos grandes mercados objetivos: nacional y externo.

En el mercado externo, China es el principal exportador y productor de plantas medicinales a nivel mundial, seguido por Indonesia, e India. Entre los principales mercados de importación están Japón, Estados Unidos, Alemania, Francia, Italia, Malasia, España y el Reino Unido.

Asimismo, el mercado interno presenta tres vías de inserción.

- La principal corresponde al mercado informal de hierbas en kioscos, mercados, puestos callejeros, yerberías, etc.
- En segundo lugar se encuentra el mercado formal donde cadenas de supermercados y centros naturistas actúan como poderes compradores.
- Finalmente existe el incipiente mercado de farmacias y laboratorios que demandan especies de mayor calidad.



Hierbas Aromáticas

## 1.1- Materia prima.

La descripción detallada de rosa mosqueta, boldo y quillay se presenta en el capítulo II de este documento referido a aceites esenciales y extractos.

En cuanto a las fuentes de materia prima existen dos vertientes principales de abastecimiento:

### a. Recolección.

Es la forma principal de generar la materia en la actualidad.

Se estima que todos los productos clasificados como plantas medicinales que se exportan son de recolección, lo que en gran parte determina incertidumbre para cuantificar la oferta, dificultades para establecer compromisos con importadores y las fluctuaciones de precio (Torres, 2000).

En la recolección se identifican dos formas influenciadas por el grado de articulación de las especies al mercado externo, interno, formal e informal.

- 1.- La primera forma de recolección es informal e incluye principalmente las "hierbas de cerro". En este tipo existe un nivel mínimo de procesamiento consistente en el secado, picado de las hierbas en el molino y una limpieza o separación de impurezas.
- 2.- La segunda forma está articulada alrededor de centros de acopio establecidos por compañías consolidadas y exportadoras, ejemplos típicos son el boldo y la rosa mosqueta.

Es importante tener en cuenta varios detalles para hacer una colección apropiada de las plantas medicinales.

El objetivo es obtener una planta en el momento más adecuado para que se conserven sus principios activos, con objeto de maximizar sus propiedades curativas. En términos generales, se recomienda recolectar en un día claro y soleado, a media mañana o media tarde, no recoger plantas secas o muy húmedas de lluvia o rocío. Escoger plantas sanas y quitar las impurezas sacudiéndolas. Usualmente las raíces están en su mejor momento a fines de otoño y durante el invierno; las hojas y tallos concentran más sustancias activas en verano y principios de otoño.

### b. Agricultura a contrata (cultivo comercial).

El establecimiento de contratos individuales entre pequeños campesinos y comercializadoras de hierbas medicinales o empresas agroindustriales grandes, se presenta en la actualidad como la tendencia para el cultivo comercial de hierbas medicinales.

Esta tendencia es promovida por INDAP como una estrategia de inserción o articulación de la agricultura campesina a las empresas agroindustriales para asegurar un espacio en la economía agro exportadora (Indap, 1994 citado en Torres, 2000).

Un caso conocido es el hipérico, o hierba de San Juan, considerada una especie valiosa. Las primeras exportaciones chilenas se basaron en material silvestre, cuya recolección



era realizada por campesinos de la regiones VIII y IX; (luego se establecieron algunos cultivos).

Esta hierba, tiene una alta demanda en los mercados internacionales, principalmente en Europa y E.E.U.U., por su contenido de hipericina, un compuesto con características medicinales, apto para tratar la depresión. En 1998 alcanzaba un precio de US\$ 6/kg, y representaba el principal Producto Forestal No Maderero de exportación.

Al año 1999 se estimaba que la superficie cultivada con hipérico en Chile alcanzaba un total de 600 hectáreas, concentradas entre la VI y IX Regiones.

Sin embargo sufrió una fuerte caída en la demanda desde 1999 hasta los niveles marginales de exportación del año 2003, explicada en gran parte por la falta de control de calidad, entre otros factores.

Otro elemento que explica la casi desaparición de este mercado, es un sobre stock que se produjo en Alemania. Información de empresas nacionales filiales de laboratorios germanos, señalan que este sobre stock se liquidaría en el mediano plazo y se restablecería un mercado de exportación para la hierba, no con los volúmenes de 1998, pero que podría representar nuevamente un producto de interés comercial.

Las pocas empresas exportadoras que lograron permanecer en el mercado, son aquellas que aseguraron una calidad óptima del producto, no obstante, en la fase de reestablecimiento de este negocio, se necesitará de proveedores confiables que constituyan unidades de carácter formal y que aseguren un volumen y una calidad acorde con las demandas de los mercados externos.

A futuro se estima que para desarrollar la actividad de la exportación de plantas medicinales, ésta tendrá que basarse en el cultivo de las especies, permitiendo delimitar la oferta, regular y garantizar la calidad de lo que se exporta.

Ahora, del incremento en la demanda de alguna especies, se ha derivado un interés creciente por la domesticación de especies silvestres y el desarrollo de cultivos comerciales. En la actualidad, si bien en muchas partes del mundo se hacen esfuerzos en este sentido, en el medio nacional hay una escasez de especialistas y organismos que dispongan de una fuerte línea de trabajo e investigación en el rubro. Sin embargo, existen instituciones y universidades que desarrollan proyectos relacionados con el cultivo de las plantas medicinales, aunque todavía están a nivel de estudios.

## 1.2- Procesamiento.

En el caso de las hierbas medicinales a nivel nacional, prácticamente no existe un desarrollo agroindustrial del sector. Solamente se puede hablar de un nivel mínimo de transformación que incluye secado, limpieza y envase en bolsitas para la comercialización en el mercado.

Formalmente se puede generalizar tres diferentes tipos de procesamiento de plantas medicinales en función de su articulación con el mercado y la capacidad tecnológica:

- a. La primera está ligada a la práctica de recolección informal y tiene que ver con el secado, molido, y separación de impurezas de las "hierbas de cerro". El secado de las plantas

medicinales es fundamental para generar un producto de calidad competitiva por la conservación de los principios activos y aceites esenciales de las plantas.

- b. La segunda, también tiene que ver con la recolección e incluye el secado, limpieza, ensacado y almacenado pero de productos manejados prácticamente en términos de explotación industrializada a través de la apertura de poderes compradores como son la rosa mosqueta, hipérico y boldo.
- c. El tercer tipo de procesamiento de plantas medicinales, implica un nivel tecnológico más complejo incluyendo laboratorios, ingenieros químicos y estrictos controles de calidad de la materia prima para la extracción de los principios activos de las plantas u otros compuestos, y formas útiles a la industria farmacéutica, cosmetológica y homeopática. El desarrollo e infraestructura de este nivel en Chile es bajo (ver capítulo II - Aceites esenciales y extractos).

En el caso de hierbas para infusión, están siendo sometidas a tratamiento de irradiación con rayos gama, con el objeto de eliminar absolutamente cualquiera elemento patógeno a ellas.

En los niveles a y b, el procesamiento de plantas medicinales se puede describir como sigue:

#### - Secado o deshidratado.

Previo al secado, es importante tener en cuenta consideraciones necesarias para implementar con éxito las Buenas Prácticas Agrícolas en Plantas Medicinales y Aromáticas (FIA, 2002):

- Mantener limpias las instalaciones de acopio.
- Controlar la contaminación en todo momento.
- Eliminar partes dañadas o enfermas.
- Evitar daño mecánico y contacto con el suelo.
- Tiempo de cosecha y almacenaje mínimo.
- Proteger material de daño biológico, físico y químico.

Las plantas recién recolectadas contienen una cantidad de agua importante, variable en los distintos órganos. La planta cortada se marchita más rápidamente, según la textura del órgano, la temperatura, la humedad del aire y la luz. Esto desencadena en los componentes del vegetal hidrólisis u oxidaciones, frecuentemente perjudiciales para la actividad terapéutica de las plantas.

Estos fenómenos enzimáticos necesitan la presencia del agua, admitiéndose que cesan prácticamente para un contenido de aquella inferior al 10%. Incluso si el contenido de agua es relevante, pueden proliferar bacterias y hongos. Por ello es fundamental eliminar - en lo posible - la mayor parte del agua de los vegetales colectados; no se debe, en ningún caso, comprimir o meter en sacos y menos de plástico, en estado fresco.

Con la deshidratación merma en forma significativa el volumen y el peso del producto, lo que produce una mayor eficiencia en el transporte, embalaje y almacenaje del material vegetal, con una consecuente reducción del costo de los mismos (Vogel y Berti, 2003).

Entre los principales métodos de desecación o deshidratado se cuentan (López, 1988):

### Secado al aire libre y al sol.

Es un método muy económico en los climas cálidos y secos; se extienden sobre lienzos o bandejas las hojas, cortezas y raíces, que soportan bien los rayos solares. Este procedimiento está contraindicado para las plantas con aceites esenciales, pues perderían una parte de sus componentes volátiles. Por la noche es preciso cubrir las plantas para protegerlas contra el rocío de la mañana.

### Secado a la sombra o bajo abrigo.

Se hace a temperatura ambiente, en cobertizos, graneros, etcétera. Es el procedimiento más simple y más empleado a escala artesanal. Se extienden las plantas sobre papeles, lonas o preferentemente sobre mallas metálicas que permiten una mayor aireación. En ningún caso el material se debe depositar directamente sobre el suelo.

Es necesario que la ventilación sea muy buena y esta se puede acelerar por un sistema de corrientes de aire natural o forzado, mediante ventiladores. Se debe evitar por medio de contraventanas o cortinas, la acción directa del sol, que decolora las plantas. Además es preciso vigilar constantemente el secado, remover las plantas y botar las que presenten un comienzo de enmohecimiento.

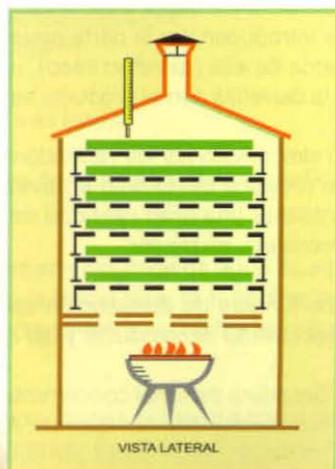
Este método es excelente para pequeñas cantidades de plantas y climas con humedad relativa del aire baja y no es viable en climas húmedos ya que el secado sería muy lento. Sus desventajas son el tiempo prolongado de proceso y el hecho que a menudo no se logra bajar suficientemente la actividad del agua, debiéndose recurrir a un secado artificial posterior.

### Secado al aire caliente.

Este método es más utilizado en clima templado húmedo y para grandes volúmenes. La duración del secado, de 10 a 20 días a la temperatura ambiente, queda reducida sólo a algunas horas. Se estima que para 100kg de plantas frescas, se debe evacuar de 60 a 80 kg de agua contenida en los tejidos del vegetal. El secado artificial involucra mayores gastos, pero tiene la ventaja que es independiente de las condiciones climáticas, permitiendo controlar las variables importantes para el proceso y en pocas horas obteniéndose un producto homogéneo de buena calidad. Se emplean diversos tipos de secaderos.

#### a. Secadero de dos plantas.

En los más simples, la fuente de calor está en la parte inferior de una construcción de ladrillo. En la parte superior de la misma, se encuentran uno o varios emparrillados (bandejas) que soportan las plantas. El aire húmedo se elimina por una chimenea situada en el techo del piso superior. Para que la desecación sea uniforme, es preciso voltear el producto regularmente. Los defectos del método son los largos tiempos de secado y la falta de control de las condiciones de desecación. La duración oscila entre 24 a 36 horas.

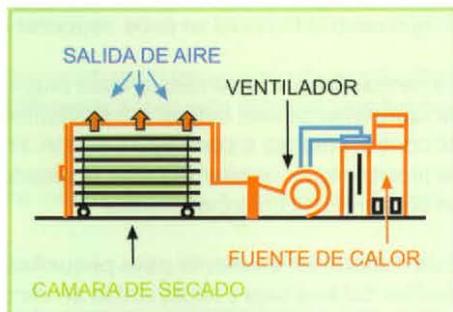


Secadero de dos plantas  
(fuente: herbotecnia.com.ar)

## b. Secadero de compartimientos.

Esencialmente consisten en una cabina aislada provista interiormente de un ventilador para circular aire a través de un calentador; el aire caliente sale por una rejilla de láminas ajustables y es dirigido, bien, horizontalmente entre bandejas cargadas de hierba, o también, verticalmente a través de las bandejas perforadas y el producto.

Estos secadores pueden disponer de reguladores para controlar la velocidad de aire nuevo y la cantidad de aire de recirculación. Los calentadores del aire pueden ser quemadores directos de gas, serpentines calentados por vapor o, en los modelos más pequeños, calentadores de resistencia eléctrica. Los secaderos de cabina resultan relativamente baratos de construcción y de mantenimiento, además de ser muy flexibles.



Secadero de compartimientos(fuente: herbotecnica.com.ar)

## c. Secadero de túnel.

Se emplean mucho donde el producto a secar se extiende en capas uniformes sobre bandejas de malla metálica, listones de madera, etc. Las bandejas se apilan sobre carros o vagonetas dejando espacios entre éstas para que pase el aire de desecación.

En un extremo del túnel se encuentra la fuente de calor: fuego de madera, carbón, fuel, calefacción a vapor o eléctrica; en el otro extremo, un ventilador aspirador. Las vagonetas se introducen por la parte opuesta a la fuente de calor (extremo húmedo); cuando llegan cerca de ella (extremo seco), unas 2 horas, la desecación de las plantas está terminada y la carretilla con el producto seco es retirada.

El aire movido por los ventiladores fluye horizontalmente entre las bandejas, aunque también se produce cierto flujo a través de las mismas. Con este tipo de secadores es posible procesar una gran cantidad de material vegetal al día, aunque el monto de la inversión necesaria, es mayor.

Los túneles de desecación suelen clasificarse basándose en la dirección relativa del movimiento del producto y del aire (desde la fuente de calor):

- Secadero de túnel concurrente: las direcciones de la corriente del aire y del producto en desecación son las mismas. A medida que el producto avanza a lo largo del túnel se va poniendo en contacto con aire cada vez más frío, por lo cual se evita que el calor dañe el producto.

- Secadero de túnel contracorriente: las direcciones del aire y del producto en desecación son contrarias. Las condiciones en el final del túnel - aire seco y caliente - permiten conseguir contenidos de humedad bajos, pero existe el riesgo de sobrecalentamiento del material vegetal.
- Secadero de flujo transversal: la corriente de aire caliente fluye desde los costados del túnel. Existen aquellos que proveen calor desde un solo lado, no son los más convenientes, y los que suministran calor desde ambos lados del túnel y a lo largo del recorrido. Como consecuencia de la frecuencia con que cambia la dirección del aire, se obtiene un producto de humedad uniforme. Su funcionamiento y mantenimiento son más complejos y el costo es mayor.
- Secadero a cinta transportadora: Es también un túnel de desecación, pero el producto húmedo es conducido a través del sistema sobre una cinta transportadora que sustituye a las vagonetas. Estos túneles pueden utilizar cualquiera de los sistemas antes mencionados, aunque el método más utilizado en la práctica, es el flujo - a través o vertical - en cual el aire atraviesa la cinta transportadora y la capa de producto.



Secadero de túnel contracorriente (fuente: herbotecnia.com.ar)

El contenido de humedad del material desecado muestra, tres fases.

En la primera fase, de muy corta duración, las condiciones de humedad de la superficie del material se equilibran con las del aire de secado.

Luego, en la segunda fase la superficie del material se mantiene saturada de agua líquida debido al movimiento de ella desde el interior del sólido. En la última fase, la superficie del material comienza a desecarse, ya que el agua contenida en su interior encuentra dificultad para salir.

La temperatura del material comienza a elevarse hasta aproximarse a la temperatura del aire secado cuando el producto se ha desecado totalmente. Esto determina que la temperatura del aire deba moderarse para evitar que la temperatura de las hierbas supere

la temperatura crítica (entre 35 y 45° C) y así conservar los principios activos del material. INFOR

Cuando salen del secadero las plantas, están demasiado quebradizas para envasarlas inmediatamente; se recomienda dejarlas unas horas al aire para que fijen un poco de vapor de agua, volviéndose más flexibles y pudiendo meterse en sacos o cajas. De 1 kg de cortezas frescas, se obtienen, en general, de 300 a 400 g de producto seco, y para 1 kg de hojas frescas se consiguen de 150 a 250 g de producto seco (López, 1988).

- Secador solar tipo invernadero:

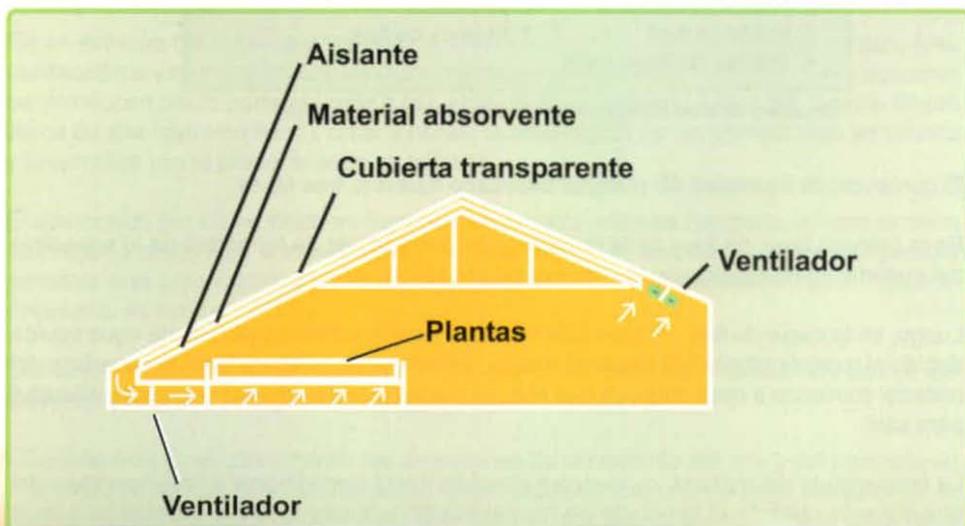
Actualmente en Chile, gran parte del secado de hierbas se realiza directamente bajo el sol y la otra parte en túneles de secado convencionales. En el secado bajo el sol, la calidad del producto final es afectada por la contaminación de polvo e insectos, o definitivamente se arruina debido a la lluvia y al exceso de humedad durante el período de secado.

Para evitar estos problemas, se pueden usar procedimientos de secado alternativos, que permitan mejorar la calidad del producto y al mismo tiempo no demanden altas cantidades de energía. Una alternativa al tradicional secado directo al sol, puede ser el uso de secadores que aprovechen la radiación solar como fuente de calefacción (Pichard, 1999).

En Chile, una empresa ubicada en la localidad de Villarrica ha implementado con éxito un sistema de secador solar, desarrollado en la Universidad de Hohenheim de Alemania, conocido como "Secador solar tipo invernadero".

Este tipo de secadores, consisten en estructuras de metal o madera, cubiertas de un film de plástico transparente y con un doble techo de un material absorbente. El aire es impulsado por ventiladores y al pasar por entre las dos capas del techo, este se calienta para luego ingresar por debajo del producto y posteriormente atravesar el lecho. Parte del aire puede recircularse ajustando las entradas y salidas de éste.

*Secador solar tipo invernadero*





*Secador solar tipo invernadero (utilizado como invernadero)*



*Techo secador solar tipo invernadero (vista ventilador)*

El equipo se usa para secar alrededor de 40 especies de plantas distintas y este se adapta perfectamente para todas ellas. Tiene además una capacidad de secado de 60.000 kilos de material fresco y requiere aproximadamente 2 días para lograrlo. La inversión necesaria para implementar este sistema es de US\$ 60.000 aproximadamente. Se debe destacar que Villarrica es un lugar frío, a excepción de los meses de verano, sin embargo, el equipo es utilizado durante la mitad del año.

Un prototipo de secador solar construido en Chile en base al sistema alemán puede deshidratar 40 kilos de hierba fresca en un periodo de 48 hrs. Comienza con 80% de humedad y se termina con 10%, es decir, en dos días 8,8 kilos de hierba seca. El secador tiene un costo de US\$230 y se requieren US\$28 anuales para su mantención (renovación del plástico).

El secador puede ser usado en forma eficiente durante un máximo de tres a cuatro meses por año. Una de las conclusiones del estudio es que la alta variabilidad en las condiciones climáticas, hacen de esta técnica de deshidratación un método con un grado de incertidumbre medio, razón por la cual se hace difícil estimar la capacidad real de secado de éste, no obstante es cualitativamente mucho mejor que el secado tradicional a la intemperie, por cuanto el producto se mantiene limpio y alejado de posibles infecciones. Igualmente, las plantas mantienen propiedades tales como el color y aroma.

#### **- Eliminación de desechos.**

Debe hacerse una limpieza cuidadosa que elimine las materias extrañas (material decolorado, tierra, piedras y contaminantes), los órganos dañados (hojas quemadas) y clasificar el producto por tamaño y calidad. Para la separación de algunas materias extrañas y la selección de distintos tamaños se pueden utilizar distintos tipos de tamices.

### - Control de calidad.

Para hacer frente a exigencias mínimas y lograr una seguridad de buena calidad del producto, se pueden implementar controles de calidad que consideren el envío de muestras a laboratorios para análisis microbiológico. Con estas observaciones se puede verificar el contenido de humedad, presencia de microorganismos patógenos, hongos y gérmenes, pesticidas órganofosforados y organoclorados.

### - Troceado.

La herboristería demanda actualmente muchos vegetales troceados en fragmentos de 0,6 a 1,5 cm. Las bolsitas o sobres de infusión contienen fragmentos de 1 a 3 mm de longitud. Este corte se efectúa con máquinas especiales que llevan cuchillas de gran dureza.

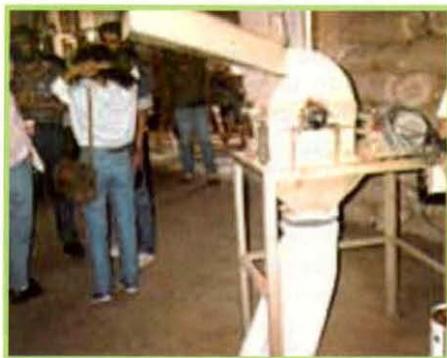
### - Molienda.

Varias propiedades diferencian a unas plantas de otras: la dureza, la firmeza al corte, la tenacidad, entre otras tantas. La consecución de un rendimiento óptimo en molienda, para lograr un determinado tamaño de grano, sólo puede establecerse a través de pruebas preliminares.

Una herramienta utilizada en la molienda, es el molino de martillo, que consta de un eje rotatorio que gira a alta velocidad y que lleva un collar de martillos en su periferia. Estos giran dentro de una armadura, en cuya base hay un tamiz por el que escapa material ya triturado. Con frecuencia se sustituyen por cortadoras o por barras. Existe otro tipo de molino que actúa por frotamiento, para la molienda fina.



Máquina para troceado (fuente: herbotecnia.com.ar)



Molino de martillos (fuente: herbotecnia.com.ar)

### - Esterilización.

A escala industrial se utilizan gases insecticidas para esterilizar especies. Destacan los óxidos de etileno y de propileno, diez veces menos tóxicos para el hombre que el ácido cianhídrico, muy activos frente a las esporas bacterianas.

También se ocupa la esterilización mediante irradiación con rayos gamma, lo que implica disponer de instalaciones para irradiación, las que tienen un alto costo.



Molino de barras (fuente: herbotecnia.com.ar)

En Chile se puede obtener el servicio de irradiación de fuentes externas pagando el valor correspondiente al lote tratado.

La mayor parte de las hierbas para infusiones de uso comercial envasadas son sometidas a este tratamiento, el cual es absolutamente inocuo al ser humano.

En estudios realizados hace algunos años se constató la existencia de abundantes coliformes en muchas de las hierbas de consumo para infusiones, que se expendían en el comercio, por lo que determinó someterlas a procesos de esterilización.

#### - Envasado.

En el embalaje se busca la máxima protección y el mínimo volumen. Las bolsas de papel se emplean para la conservación a corto plazo. Para un tiempo más prolongado se prefieren los envases de plástico, de aluminio, de hojalata o de vidrio.

En general, todo material para envase debe cumplir los siguientes requisitos: máxima impermeabilidad posible a gases, luz y vapor de agua ; ser resistente frente a las posibles acciones de las especies molidas, que podrían poner en libertad algún componente del material de envase y no formar combinación con ningún componente del producto.

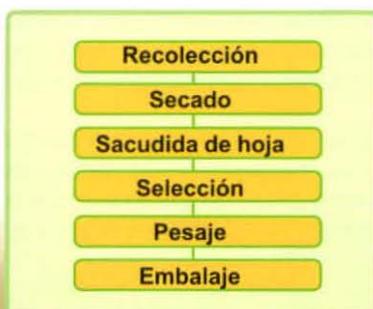
#### - Almacenamiento.

El almacenamiento debe hacerse en lugares limpios, frescos, sombreados y bien ventilados por aire seco, con una humedad relativa del 45% y una temperatura de 22°C, preservándolas así de la luz solar y del polvo.

#### - Conservación.

Las plantas se conservan tanto mejor, cuanto más baja es la temperatura durante su almacenamiento. Los productos almacenados en locales con alta humedad relativa, pierden calidad debido a que se favorece la multiplicación de gérmenes.

A modo de ejemplo, el flujo total de explotación del boldo desde su recolección y nivel mínimo de procesamiento es bastante simple e implica los siguientes pasos:



Para el caso del boldo, más adelante (capítulo II - Aceites esenciales y extractos), se mencionan algunas mejoras para el procesamiento actual de esta especie.





## 11. Aceites esenciales y extractos.

Los aceites esenciales son mezclas de sustancias orgánicas volátiles y olorosas, extraídas de vegetales por destilación a través de un procedimiento físico. Existen en Chile, aceites esenciales de uso comercial derivados de cerca de 100 especies. Las principales, de las cuales se extraen aceites esenciales, aromas y extractos industriales, son rosa mosqueta, quillay, eucalipto y pino radiata. La flora chilena, además, es rica en especies aromáticas únicas como tepa, laurel, boldo, arrayán, radal, melí y luma.

La comercialización de los aceites esenciales y extractos producidos en Chile están casi totalmente orientados al mercado externo, basados en el aceite de rosa mosqueta y quillay.

El mercado interno genera una demanda secundaria. La utilización de los aceites esenciales y extractos es diversa: perfumería, productos cosméticos y de higiene corporal, aromas industriales, aromas ambientales, aromatizante de alimentos, usos farmacéuticos medicinales, y aromaterapéuticos.

### 2.1- Materia prima.

El sistema productivo básico para la producción de aceites esenciales está fundamentado en la recolección libre por familias campesinas o temporeros. Sin embargo, algunas especies como la rosa mosqueta, quillay y boldo (en menor proporción), tienen mercados establecidos y son explotadas por empresas integradas al círculo exportador en el mercado competitivo externo. En alguno de estos casos, los recolectores se encuentran articulados verticalmente a las empresas agroindustriales relacionadas principalmente con la rosa mosqueta y avellana.

#### Rosa mosqueta (*Rosa moschata*)

El aprovechamiento de la rosa mosqueta es una actividad que se realiza entre la VII y X región, concentrándose principalmente en la VIII, donde ha alcanzado magnitudes impensables.

La recolección de la rosa mosqueta está basada en familias campesinas, quienes venden a centros de acopios establecidos por compañías consolidadas y exportadoras. Se han desarrollado plantaciones comerciales, aunque su abundancia natural y el bajo precio de la mano de obra favorece todavía la recolección.

La cosecha de la fruta de esta hierba se efectúa en forma manual sin implementos ó con ellos (rastrillo de tipo artesanal). Los rendimientos de la colecta mejoran en forma sustancial con el uso del implemento (40 kg/hombre/día a 70). Con este método se afecta la calidad de la fruta, lo que redundará en un menor precio de compra por parte de la planta elaboradora.

Luego de la recolección diaria en tiestos se procede a extraer ramas, hojas y otras partículas. Posterior a esta se encuentra el secado que se realiza en una planta deshidratadora.

Al recibir la mosqueta en la planta procesadora se debe proceder a una selección del material de tal manera de eliminar aquellos frutos que no reúnan la calidad deseada (porcentaje de impurezas, estado de madurez y contenido de humedad) y se efectúa una limpieza. Las etapas que vendrían a continuación son:

- Acondicionamiento del fruto:** esta etapa tiene por finalidad limpiar lo máximo posible los frutos. Es posible utilizar una combinación de tamices de distintas mallas (40 mm a 15 mm).
- Triturado:** en esta etapa los frutos deben quedar solamente divididos en dos o tres partes y se debe evitar que se forme una pasta. Con esto se aumenta la exposición al secado. Se puede hacer con un molino de rastrillo regulado para evitar la excesiva trituración.
- Pre-deshidratado:** a continuación los frutos se distribuyen en bandejas con fondo de malla plástica y se ubican en las canchas de presecado dejando la mosqueta de 5 a 8 días expuesta al sol.
- Deshidratación en Cámara:** luego se procede a la etapa de secado forzado, en túneles deshidratadores continuos, donde la fruta húmeda es transportada en carros. El control del aire (ventilación) al interior de ellos es de gran importancia y se controla mediante lecturas de bulbo húmedo. El contenido de humedad final es del orden de 8% a 9%. La temperatura del aire en la cámara secadora es de 65-70°C.
- Acondicionamiento del producto elaborado:** luego de terminado el secado debe realizarse una selección para separar la cascarilla de los otros componentes como semillas (pepas), pelos y residuos vegetales.

El grado de pureza debe ser alto, 97% como lo exige el mercado europeo. Aquí se hace uso de aire en un ciclón para extraer el material. Después la cascarilla separada continúa hacia harneros seleccionadores mecánicos que van permitiendo la segregación de las distintas partes de ésta. En este paso la pureza debe quedar garantizada. A partir de 1000 kg de fruto fresco se obtiene un rendimiento de 280 kg de cascarilla (pulpa seca) y 230 kg de semilla para aceite (Muñoz, 1982).



*Harneros mecanizados para procesamiento de Rosa Mosqueta*

- f. Control de calidad: este procedimiento debe realizarse en todas las etapas mencionadas. Se determina el porcentaje de humedad y pureza.
- g. Envasado y embarque: la cascarilla o pulpa seca envasada en bolsas de papel de tres capas, con protección interior de polietileno sellada y de 25 – 30 kg en capacidad para cada una.



Cascarilla de Rosa Mosqueta.

La cascarilla, semillas, residuos y aceites esenciales de rosa mosqueta son enviados al extranjero, siendo la especie más importante de los Productos Forestales No Madereros producidos por Chile en cuanto a montos exportados. El precio promedio internacional en el año 2002 fue de US\$ 1.945 /ton FOB (INFOR, 2003).

La cascarilla se envía principalmente a países de la comunidad europea, la que es usada en la confección de los llamados "té de hierbas" y mermeladas, como también en pigmentos para la coloración de huevos de postura y carne de pollos broiler.

La cascarilla contiene grandes cantidades de vitamina C (1000-2000 mg/100g), riboflavina, pectinas, ácido nicotínico, y ácido málico (Agroeconómico, 1999).

Los aquenios o semillas, son un subproducto de extracción de la pulpa, que tiene uso secundario en la alimentación animal. Estos contienen 8% de aceite, compuesto de ácidos oleico, linoleico, linolénico y transretinoico.

Tales aceites tienen por otra parte un uso cada vez más creciente en la industria cosmética. El aceite de rosa mosqueta es empleado en la industria cosmética y farmacéutica, principalmente por sus propiedades regenerativas y cicatrizantes en el tratamiento de heridas o daños a la piel. Existen actualmente diversidad de estos productos y empresas nacionales que han desarrollado un mercado en torno a esta hierba.



Exposición de productos cosméticos a base de aceite de Rosa Mosqueta

El aceite de rosa mosqueta se obtiene por medio de la aplicación de un solvente orgánico a la semilla debidamente seleccionada y molida. Los solventes son eliminados y el aceite es purificado.

Para el aceite de rosa mosqueta se citan precios del orden de US\$ 13.581 /ton FOB (INFOR, 2003).

### - Quillay (*Quillaja saponaria*)

Históricamente, la recolección de corteza de quillay, se ha desarrollado mediante el volteado y descortezado del árbol, utilizándose su madera en la elaboración de carbón. La corteza es desprendida en tiras largas que incluyen desde el cambium a la corteza exterior. Estas posteriormente son raspadas para lograr desprender la corteza externa, generando láminas delgadas de corteza interior, muy rica en saponina que es enfardada en paquetes tamaño estándar. El peso final del fardo dependerá de las condiciones de humedad tras el proceso de secado.

Aunque el producto es tradicionalmente exportado como láminas de corteza y corteza molida, hoy gracias a técnicas de extracción químicas especialmente desarrolladas para

la saponina, se ha logrado extraer dicho compuesto desde los diversos tejidos del árbol (corteza, ramas, ramillas y hojas). Así la materia prima industrial provendría del raleo y poda de los bosques de quillay existentes, y no de su corta, para obtener sólo corteza desperdiándose así el resto del árbol.



Corteza de Quillay

Más detalles de sus extractos y propiedades, se describen en el punto 2.2.2- Los extractos del quillay.

### - Boldo (*Peumus boldus*)

La explotación del boldo se hace en base a la recolección de hojas. La silvicultura de él, al igual que la mayor parte de las especies nativas de valor no maderero, está muy poco desarrollada. En el presente la mayor parte de las hojas que se comercializan tanto en el mercado externo como interno, provienen de recolección silvestre.



Para la recolección de hojas se procede a la corta de ejemplares adultos y rebrotes de tocón. Las ramas o renuevos son removidos en verano, entre diciembre y marzo, único periodo permitido por la ley.

Las ramas cortadas son extendidas sobre el terreno por algunos días para que las

Hojas de Boldo secadas al aire libre

hojas pierdan humedad, después son sacudidas sobre mallas en donde se recogen las hojas que se desprenden. Éstas nuevamente son puestas a la sombra, embaladas y almacenadas en bodegas para su comercialización.

Con respecto a este tema, muchas empresas exportadoras son sociedades agroindustriales que se abastecen en sus propias explotaciones. Son grandes propietarios que emplean inquilinos y jornaleros para la cosecha. Aún así se mantiene un importante mercado informal que explota pequeñas superficies de bosque sin planes de manejo.

Las hojas son exportadas secas o frescas con escaso procesamiento. Mientras, la clasificación se efectúa en base al grado de fragmentación de la hoja y a su contenido de impurezas. Algunas empresas también exportan hojas y corteza, la que es consumida por laboratorios farmacéuticos. Existe asimismo, un volumen que se manda envasado en bolsitas, en combinación con otras infusiones de plantas medicinales (té de infusiones).

Existe mucho por mejorar en cuanto al actual procesamiento de la especie. Las condiciones de secado de las hojas muchas veces no son las mejores, como el secado al aire libre, por ejemplo. Además, el empaque ya sea en sacos o fardos debe contemplar un riguroso control de calidad evitando incluir material dañado, tierra, piedra y otros elementos extraños.

En cuanto al empaque o envasado y almacenamiento del boldo, una guía bastante útil para mejorar la calidad del producto, son las siguientes recomendaciones para implementar las Buenas Prácticas Agrícolas en Plantas Medicinales y Aromáticas:

- Empacar después de eliminar el material indeseable (material decolorado, dañado, tierra, piedras, otros elementos extraños y contaminantes).
- Almacenar en un lugar seco, aireado y protegido.
- Transportar evitando contacto con contaminantes.
- De ser necesaria la fumigación, usar solamente químicos aceptados.
- Etiquetar adecuadamente todo el material.

En relación a la composición química del boldo, los principales constituyentes corresponden a los alcaloides donde la boldina es primordial, también se cita un aceite esencial compuesto preferentemente por ascaridol, cimol y eucaliptol, además de taninos, flavonoides y ácido cítrico.

Desde el punto de vista terapéutico, el boldo, cuenta con numerosos estudios, que le han atribuido propiedades como hepatoprotector, estimulante digestivo y hepático, antiinflamatorio, diurético y antiséptico (Fitomédica, 1999). La fracción de aceite esencial de este tiene efectos farmacológicos similares a la boldina (Garrido, 1998)

En sus hojas secas, del total de alcaloides presentes, una tercera parte corresponde a boldina (Garrido, 1998). La concentración de ella se presenta en mayor cantidad en el tallo de la planta, probablemente debido a la corteza (Sfeir, 1990).

Aunque en Chile existen experiencias en la producción de extractos en base a boldo (proyecto Fontec Biogénesis, 1991 ; Garrido, 1998 ; Berríos, 1980), no hay antecedentes de exportación de boldina o extracto de boldo. Sin embargo por clasificarse como producto



farmacéutico, puede no verse reflejado en la información estadística, relativa a Productos Forestales No Madereros.

■ Para el 2002 el precio promedio internacional de las hojas de boldo fue de US\$ 544/ton.

### - Eucalipto (*Eucalyptus spp.*)

En el caso del eucalipto, se puede hablar como el único caso de cultivo a gran escala, aunque su objetivo esencial es la producción de madera y muy secundariamente el de aceite esencial. Gran parte de la materia prima proviene de tratamientos silvícolas como clareos y raleos.

Tradicionalmente la especie utilizada en Chile para la producción de aceites es el *E. globulus*, sin embargo existen otras especies con contenidos y calidades superiores como *E. smithii* y *E. leucoxylon* posibles de incorporar a la zona central chilena (CORFO, 1987).

Para la extracción del aceite se pueden utilizar la hoja verde o seca, tallos y flores. La cosecha de la hoja es manual. Los rendimientos promedios de aceite por hojas de Eucalipto fluctúan entre 1,61% y 1,34%, y las hojas verdes procesadas en los primeros días después de la corta, proporcionan un aceite que mantiene la mayoría de los aromas propios de la especie.

Las hojas secas son fáciles de compactar y hacen posible trabajar con una mayor cantidad. Con respecto a las pérdidas por almacenamiento prolongado, estas son mayores si se almacena la hoja triturada. Por lo que se debe almacenar la hoja entera y en lo posible a la sombra y sin corrientes de aire.

## 2.2- Procesamiento.

Los sistemas de extracción emplean, en algunas ocasiones la deshidratación de las especies vegetales para obtener un mejor y mayor rendimiento en aceites y esencias. Esto debido a que al eliminarse un gran porcentaje del agua, la separación de las sustancias es mucho más rápida.

Los diferentes procesos para la extracción de aceites esenciales son:

#### a. Extracción por solvente:

El aceite esencial es extraído por disolución en un solvente volátil (éter, hexano, alcoholes y otros), el cual luego es separado por destilación a presión reducida. Es el método más perfecto, aunque también costoso por el uso de solventes y equipos.

Se utiliza cuando los aceites esenciales a sacar no resisten las temperaturas a que son sometidos en otros métodos.

Este modo permite recuperar todo el aceite y solvente (un extracto no debe contener cantidades significativas de el solvente); además de extraer las resinas aceitosas y otros constituyentes aromáticos de las plantas.

Otrosí permite la obtención de oleorresinas, compuestos que reproducen exactamente los valores aromáticos de cada especie vegetal. Las oleorresinas difieren de los aceites esenciales, en que contienen muchos elementos no volátiles nativos de la materia prima. Por lo general es la forma preferida por la industria de la perfumería.

El sistema consta de las siguientes etapas:

- Las hojas u otras partes de la planta, que se someterán al tratamiento, se colocan en un recipiente llamado extractor, al cual se hace llegar el solvente. La mezcla se deja en "digestión" por un período prudente.
- Seguidamente el líquido se recibe en otro depósito o evaporador. Allí se calienta a presión atmosférica o a una presión reducida a fin de evaporar el solvente, para que se condense y pueda servir en nuevas operaciones.
- El material queda en el fondo del extractor, como una especie de jarabe más o menos consistente. Este se somete a una posterior depuración, transformándose en el producto comercialmente más fino y caro del género.

Existe un caso similar a este método, pero con la diferencia de la utilización de un gas (fluido) en condiciones especiales de presión y temperatura (condiciones supercríticas) como solvente. Se entiende por supercríticas cuando una sustancia es llevada, mediante operaciones mecánicas, a unas condiciones operativas de presión y temperatura por encima de su punto crítico.

Los fluidos usados para este método:

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Agua (H<sub>2</sub>O)
- Etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)
- Eteno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)
- Propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)
- Xenón (Xe)
- Oxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

El proceso se inicia de la siguiente manera: La alimentación, generalmente un sólido molido (hojas), es cargada al extractor. El CO<sub>2</sub> es incorporado al extractor a través de una bomba de alta presión (100 a 400 Bar). El CO<sub>2</sub> comprimido es calentado hasta la temperatura de extracción (30 a 60 °C). Luego de ingresado al extractor, procede a sacar la esencia de la matriz vegetal cargada.

La mezcla CO<sub>2</sub>-extracto es enviada a un separador (150 a 50 Bar) con un previo paso a través de una válvula de reducción. A la temperatura y presión reducidas, el extracto precipita espontáneamente en el separador, mientras el CO<sub>2</sub>, libre de cualquier resto de éste, es reciclado al proceso, con pasos previos de enfriamiento y compresión.

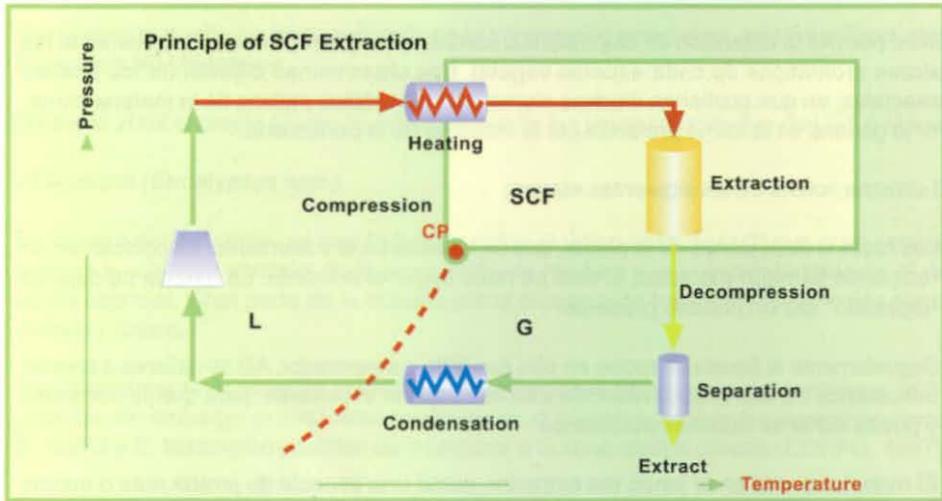
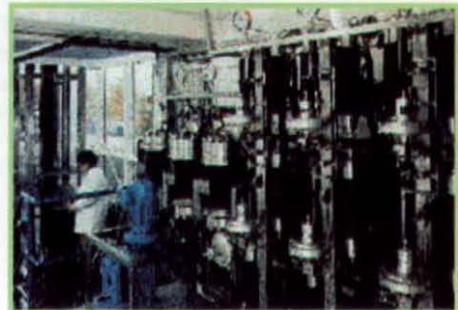


Diagrama básico del proceso de EFS [Extracción por fluido supercrítico] (Fuente: Cerpa, 2001).

En estudios peruanos, este método aparece mencionado como para la extracción de cineol en eucalipto y boldina en boldo (Cerpa, 2001). Estos procesos requieren de alta tecnología, y tienen un alto costo de producción.

Los métodos de extracción por solvente son más costosos que los métodos por destilación, descritos a continuación.



Equipo piloto de EFS, Francia (Fuente: Cerpa, 2001).

#### b. Destilación con agua:

Acá la materia prima se coloca inmersa en el agua y luego se hace hervir. Presenta la desventaja que el material jamás puede ser extraído completamente. Además el agua caliente baña o moja las partes delicadas de la planta durante mucho tiempo, alterando en algún grado la composición de los elementos constitutivos del aceite esencial. Por otra parte, las paredes de la caldera alcanzan elevadas temperaturas que producen un quemado de la planta, incorporándose olores desagradables.

El método consta de las siguientes etapas:

- La planta se coloca en la caldera (recipiente metálico cilíndrico) y se le añade agua en las debidas proporciones. La caldera se cierra herméticamente, calentándose mediante el uso de un combustible (leña, carbón, petróleo, etc.).
- Cuando el agua alcanza su punto de ebullición, los vapores ascienden y atraviesan la masa que forma la planta, arrastrando el aceite esencial que contiene. De esta forma vapor y aceite suben por un tubo para llegar a un serpentín donde se produce la refrigeración.

- Al enfriarse, los vapores se condensan y se obtiene una mezcla de agua y aceite que es recogida en una vasija. En ésta, el aceite se acumula en la parte superior. Los recipientes donde se reciben los productos de la destilación permiten la salida constante del agua. En estos frascos el aceite queda separado por diferencia de densidad.
- La operación termina cuando el agua que destila no contiene partículas de aceite. Entonces, se abre la caldera para sacar la planta agotada, rellenarla de plantas frescas y añadir el agua perdida.

#### c. Destilación con agua-vapor o con vapor:

La destilación puede realizarse con agua, que es el caso anterior, con agua-vapor (la hierba está separada por una rejilla, del agua hirviendo) o con vapor.

La forma más eficiente, con mayor rendimiento de aceite esencial y menor alteración de los compuestos, es el que emplea vapor.

El método agua-vapor tiene los siguientes pasos:

- Consiste en depositar la materia prima sobre una parrilla ubicada a cierta distancia del fondo de la caldera. El material se debe triturar a un tamaño óptimo, de modo que quede bien distribuido uniformemente.
- La hoja picada permite la obtención de un mayor volumen de aceite para un tiempo determinado (Navarrete, 1987). Previo a cargar la caldera con el vegetal, se llena con agua hasta un par de centímetros por debajo del falso fondo.
- Ulteriormente viene la fase más larga del proceso, que es alcanzar la ebullición del agua y que transcurre sin que los dos cuerpos se toquen. En cuanto los vapores empiezan a desprenderse, comienzan a atravesar el falso fondo y la planta, arrastrando los aceites esenciales hacia el serpentín (como en el método con agua).

El método con vapor es similar al anterior, pero en el fondo de la caldera no hay agua. El vapor saturado o sobre calentado es provisto por una caldera y a presiones más elevadas que la atmosférica, se inyecta por medio de serpentines cribadas que están debajo de la carga y se dirige hacia arriba, atravesando la masa vegetal colocada sobre una parrilla interior.

Para separar el agua, se vierte el destilado en frascos poco a poco, utilizando embudos de decantación provistos de filtro de papel. Así el aceite queda sin materias en suspensión. Después de algún tiempo de reposo, se separa el agua que queda en la parte inferior del embudo, y en este sólo queda el aceite.

Cuando el producto obtenido no reúne toda la finura requerida, es necesario refinar o depurar el aceite. Para ello hay que redestilar el producto, ya sea a presión atmosférica o al vacío (presión reducida) en calderas pequeñas o en matraces de vidrio, unidos a los refrigerantes.



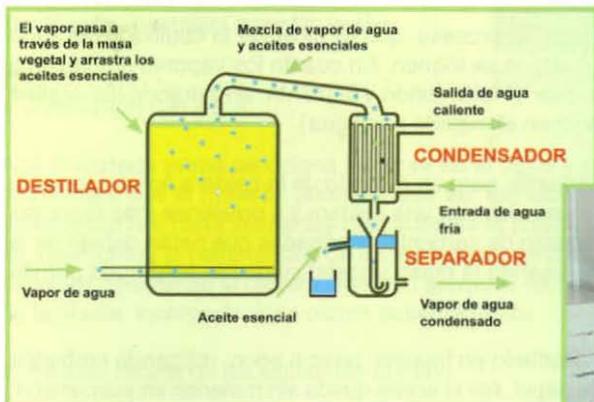
El aceite de eucalipto producido en Chile, tiene una concentración en cineol de alrededor de 60%, en tanto que en el mercado externo se transa con un mínimo de 70-75%. Ello hace necesario concentrar el aceite primario.

Una vez que el aceite reúne las condiciones requeridas de finura de aroma, limpidez, etc., se procede a envasarlo de manera que no se oxide ni resinifique. Para esto se recomienda emplear frascos de vidrio de color ámbar y opacos, llenados de manera que quede un mínimo de aire en su interior, cerrándolos con tapones de vidrio esmerilado y sellándolos con parafina sólida. Luego, se les almacena en un lugar que se mantenga oscuro y fresco.

A continuación se presenta un diagrama de las diferentes etapas del proceso de generación de aceite esencial mediante el método de destilación con vapor (Tapia, 1995).



Método de destilación con vapor



Método de destilación con vapor

Destilador en Chiloé



El método de extracción de sustancias aromáticas tiene directa relación con el rendimiento del aceite esencial o producto aromático, su composición química y la calidad obtenida.

Resulta fundamental que el producto sacado de sustancias aromáticas sea inocuo para la salud humana, en el caso de estar destinado a formulaciones farmacéuticas, alimentos o aromaterapias. Los aceites esenciales destilados no presentan residuos, lo que los hace muy apropiados para la producción de aceites esenciales orgánicos (Vogel y Berti, 2003).

#### d. Extracción por centrifugación:

La extracción mediante centrifugación y prensado al frío permite una mayor refinación y pureza. Los aceites esenciales obtenidos por centrifugación tienen características aromáticas superiores a los conseguidos por extracción, con arrastre de vapor, ya que no es un proceso térmico.

Los aceites logrados por este método, son más estables debido a los antioxidantes naturales presentes. Sin embargo, la fricción interna de la materia prima provoca un aumento de temperatura no controlable que conlleva a una degradación térmica y a un oscurecimiento del aceite. La anterior consecuencia impone la necesidad de utilizar equipos de purificación adicionales para que el aceite cumpla con las normas internacionales de calidad. Se requiere de avanzados equipos que poseen altos costos operativos e incrementan el precio final del producto (Cerpa, 2001).

#### Otros procesos para conseguir extractos:

##### 1. Maceración:

El principio consiste en que el material vegetal con un grado de finura determinado, se pone en contacto permanente con el solvente, debiendo realizarse agitaciones frecuentes a lo largo de varios días y tratando de influenciar el gradiente de concentración. Se macera el material, protegido de la luz solar, se separa el extracto del residuo por medio de un colado o prensado y se lava el residuo con el líquido de extracción.

##### 2. Percolación o lixiviación:

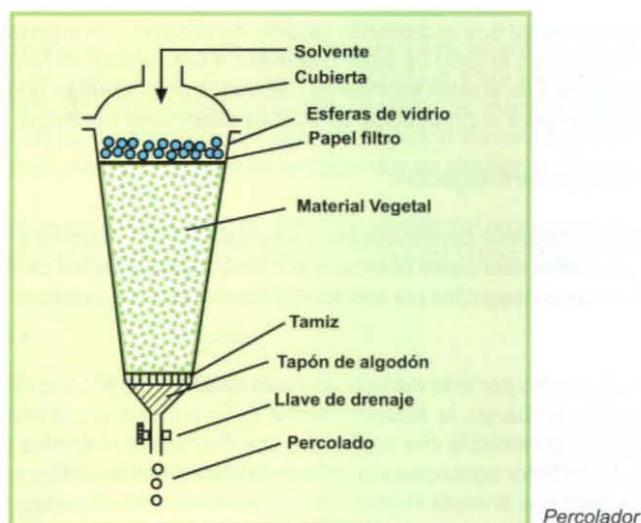
Se trata de un proceso de paso, si bien hay una maceración previa el disolvente, se renueva de modo continuo y debido a ello mantiene el gradiente de concentración lo mas alto posible. El disolvente corre de arriba a abajo a través de la materia prima y el disolvente puro desplaza al que contiene la sustancia extraída sin ser necesario aplicar presión.

La calidad del extracto depende, al igual que la maceración, del grado de finura del material vegetal, la velocidad de difusión de las sustancias activas desde el vegetal al disolvente y la prontitud de pasaje del disolvente.

Los percoladores son recipientes de vidrio cilíndrico con grifo de entrada (para el disolvente) y salida (para el extracto) y su tamaño es fundamental para la obtención de éste.



En bibliografía (Alvarez y Villarroel, 1986) se citan experiencias en el uso del percolador para la extracción de alcaloides de *Berberis chilensis*, usando metanol como solvente.



Percolador

#### c. Prensado en frío:

Es un proceso que se emplea para extraer aceites esenciales de la cáscara de frutas cítricas. La parte exterior de la cáscara se tritura por medios mecánicos y se exprime la esencia.

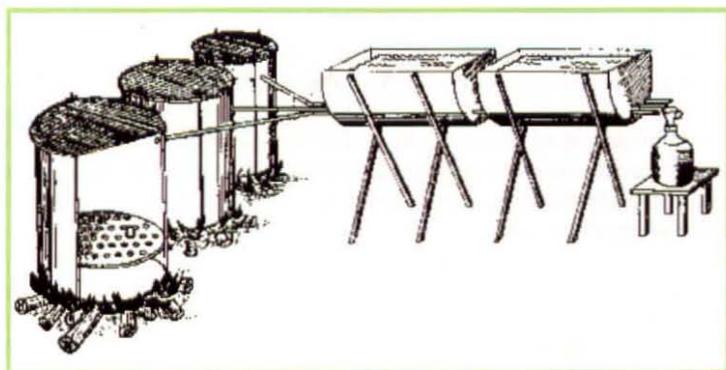
#### 2.2.1- Otros desarrollos.

En el tema de sacar o extraer aceites se han desarrollado en los últimos años algunos proyectos tecnológicos. Entre ellos destaca el ejecutado por Fundación Chile, financiado por Fondef (1996), que tenía como objetivo proveer las bases tecnológicas y comerciales para el establecimiento de una industria nacional que permitiera tanto agregar valor a los cultivos nuevos o poco desarrollados en Chile, como utilizar comercialmente y en forma no destructiva el material de especies nativas silvestres, que se encuentra en cantidad relativamente abundante en el país, para nuevos productos.

El proyecto se dividió en dos Programas: (a) Extracción de aceites volátiles por vapor y (b) Extracción por CO<sub>2</sub> a alta presión (supercrítico).

En otro ámbito y con el objeto de ofrecer una alternativa de ingresos adicionales para pequeños propietarios, se desplegaron iniciativas para implementar la separación de aceite esencial a nivel artesanal (Conaf, 1984), utilizando especies como eucalipto, boldo, etcétera. Para ello se diseñaron instrumentos de extracción artesanal basados en el proceso de destilación con vapor. La máquina contemplaba tambores para depositar las hojas, cañerías de condensación, cilindros partidos por la mitad para refrigeración de las cañerías y colectores de aceite (garrafas de 5 litros). El aceite crudo logrado en estos equipos se podía vender a las plantas refinadoras.

A continuación se presenta un esquema del equipo:



Extracción de aceite esencial a nivel artesanal (fuente: Conaf, 1984)

A fines de los ochentas, se generó una red de productores pequeños e informales de aceite crudo de eucalipto. Sin embargo la caída del precio internacional significó la desaparición de esta práctica. Y se ha perdido competitividad frente a los mercados internacionales, donde China aparece como el gran dominador.

Una empresa en Chile, en el marco de un proyecto Fontec (iniciado en 1995) efectuó una plantación de *E. globulus* (110 ha) en la quinta región con la finalidad de producir materia prima para el proceso de fabricación de aceite esencial de alta calidad y rendimiento, junto con el objetivo de establecer las condiciones que permitieran certificar los productos según normas internacionales de calidad, con el fin de superar las barreras de entrada a los mercados externos.

La plantación fue realizada a alta densidad, 7140 arb./ha con un total de 785.400 árboles, que aproximadamente debían generar 8 kg de biomasa procesable por árbol en cada corta, ejecutándose cada 6 meses gracias a la retoñación. Esto implica cerca de 12.560 toneladas en forma sostenida y permanente.

Con respecto al procesamiento de la biomasa, se logra mediante una planta prototipo que aplica un desarrollo semi continuo, altamente tecnificado y estandarizado. Este proceso mantiene las características físico-químicas del barrido de vapor y disminuye al mínimo las pérdidas de eficiencia térmica; como consecuencia, aumenta la cantidad porcentual de cineol extraíble de las hojas.

El aceite crudo (cineol) obtenido de la extracción se refina y cristaliza. Finalmente se llegan a purezas de 99,5% de cineol.

Con respecto a la estabilidad del producto obtenido, se comprobó que para un supuesto tiempo de distribución máximo de 2,5 meses (almacenamiento y viaje en barco), temperaturas de 10° a 20°C no alteran el producto.

Los envases utilizados de pequeño volumen (frasco de vidrio) y de mayor volumen (tambor de 200 lts) debieron ser cerrados herméticamente. En el caso del envase de vidrio, debe ser de color ámbar para proteger al producto frente a su fotosensibilidad.

## 2.2.2- Los extractos del Quillay.

Actualmente, se exportan extractos y saponina purificada en un volumen significativo. Esto ha permitido la valorización de biomasa de quillay distinta a la tradicional corteza, desarrollándose interesantes experiencias de manejo y procesamiento.

El proceso de obtención de los extractos de quillay comienza con una extracción acuosa, sin utilizar ningún tipo de solvente químico. El producto final obtenido, ya sea un extracto crudo o purificado, en formulación líquida o en polvo, sólo utiliza ingredientes y materias primas de carácter orgánico.

El proceso (Cruz, 2000), se inicia con el astillado de las trozas de quillay (esto significa el aprovechamiento integral del árbol), después la saponina es extraída con agua desde la madera y tras la adición de agentes estabilizantes, se filtra y concentra hasta obtener un 42% de sólidos (productos concentrados líquidos).

La saponina filtrada también puede ser secada a "spray" y comercializada como polvo seco.



Hay productos que requieren de un proceso de purificación adicional (productos para fotografía e inmunología). Este último proceso está basado en el uso de resinas y membranas de ultra filtración (sin el uso de solventes orgánicos).

*Tecnología del proceso de obtención de los extractos de Quillay por extracción acuosa (fuente: naturalresponse.cl).*

Los usos que se le dan a los extractos de quillay son aplicables en múltiples campos:

- Agricultura
- Alimentación Animal
- Alimentación y Bebidas
- Cosméticos
- Fotografía
- Minería
- Vacunas

Entre las principales utilidades destacan su empleo en fotografía (películas y papeles), cosméticos, agente surfactante, espumante y emulsificante para comidas y bebidas, dentífricos y líquidos para el cabello. Además, la saponina resulta imprescindible como antidetonante en los proyectiles que impulsan las naves de los vuelos espaciales (FAO, 1996).

Los productos más refinados son ocupadas como adyuvantes de vacunas humanas y animales (Parot, 1993).

En Chile para el área cosmética se han desarrollado trabajos para crear champúes, basados en extracto de quillay, aceptables tanto desde el punto de vista cosmético como del consumidor (Ceppi, 1998 ; Maldonado, 1992).

Otro uso estudiado de los extractos del quillay, está en la reducción de colesterol en los alimentos (Weiffenbach, 1999). Un caso son los promisorios resultados que se han obtenido en huevos de gallinas ponedoras, las cuales fueron alimentadas con un producto que contiene saponinas de quillay.

Se ha estudiado el polvo de este árbol como aditivo en alimentación animal (Wenz, 1999). Existe evidencia para afirmar que la adición del polvo puede llevar a pesos mayores de los pollos.

En la agricultura se han estudiado los posibles empleos de los extractos de quillay, en particular su efecto sobre hongos fitopatógenos, como bio repelente de insectos y como estimulante del desarrollo vegetativo de las plantas (Villegas, 1999).

Por otra parte, se ha llegado a determinar que el extracto de Quillay tiene excelentes propiedades como nematocida natural (Sáinz, 1999), siendo un producto 100% natural y además presenta similares resultados en el control de nemátodos que los químicos actualmente usados en la agricultura nacional.

Un reciente proyecto Fondef, ejecutado por la Universidad Católica titulado "Extractos de quillay para el control de neblina ácida en procesos electrolíticos", tiene por objetivo determinar los parámetros técnicos que permitan usar los extractos de éste en procesos electrolíticos, particularmente electro-obtención de cobre y zinc, así como procesos de cromado.

En los procesos electrolíticos se producen vapores altamente tóxicos debido a la liberación de gases (oxígeno, hidrógeno) en los cátodos y/o ánodos en un ambiente ácido.

Una forma eficiente de reducir este problema es mediante la adición de surfactantes (tensoactivos), con el fin de bajar la tensión superficial del electrolito. Esto disminuye el tamaño de las burbujas de gas, así como la fuerza con que estallan.

Los surfactantes usados para estas aplicaciones deben reunir características muy especiales debido a las condiciones extremas de pH, temperatura y oxidación en que se opera. Por esto, los surfactantes químicos tradicionales no son compatibles, existiendo muy pocos productos posibles de ser usados. Uno de ellos son los extractos del quillay.

Estos extractos contienen un alto porcentaje de saponinas, surfactantes naturales de tipo no-iónico. Debido a las nuevas regulaciones que afectan a los fluoro-surfactantes, como al gran desarrollo de la minería en Chile, existe una excelente oportunidad para explorar esta aplicación y de esta forma aumentar significativamente el mercado de estos extractos producidos en el país, permitiendo así un producto terminado posible de ser usado acá y en el extranjero.



Debido a los buenos resultados obtenidos por este proyecto, los surfactantes provenientes del quillay están siendo usados por CODELCO en forma industrial en la mina Radomiro Tomic, mientras que se evalúa su manejo en otras minas del norte de Chile y del resto del mundo.

Un reciente proyecto Fondef iniciado el año 2003, permitirá el estudio de los efectos de los extractos de quillay en el crecimiento y metabolismo de los salmones.

Mientras, la demanda nacional de quillay está controlada por pocas empresas exportadoras de cortezas y extractos de esta especie. El precio promedio registrado el 2002 para la corteza de quillay fue de US\$ 2.451/ton FOB. En tanto que el precio para los extractos de quillay el mismo año fue de US\$ 13.229/ton FOB (INFOR, 2003).



Proceso productivo utilizando todo el árbol de Quillay (Cruz, 2000)

### 2.2.3- La oleoresina de Pino insigne (*Pinus radiata*).

La resinación es una actividad complementaria a la explotación de la madera del bosque y no significa ningún riesgo en cuanto a afectar la calidad y crecimiento de los árboles. La resinación consiste en extraer la resina natural de las especies sin dañarlas, mediante el desprendimiento de una franja longitudinal de la corteza (sin comprometer la parte leñosa).

Las técnicas de obtención de resinas han evolucionado considerablemente, consiguiéndose mayores rendimientos a menores costos. La oleoresina, una vez extraída del bosque, es transformada mediante solventes en colofonia y trementina, y es la base para la obtención de numerosos productos derivados como sabores, aromas, fármacos, aceites de pino (para la flotación de minerales) e insumos para la industria gráfica.

Con frecuencia se utilizan en la preparación de alimentos. Por ejemplo, la trementina chilena de pino insigne es considerada como una de las mejores del mundo, por su alto contenido de beta pineno (60%).

### 2.2.4- Taninos.

Los taninos son un amplio grupo de sustancias extraíbles que se encuentran en la gran

mayoría de los vegetales. Estos extraíbles en un principio eran utilizados como material curtiente, más tarde, debido a la crisis energética mundial cobraron importancia como materia prima para la producción de adhesivos para madera.

### Materia prima.

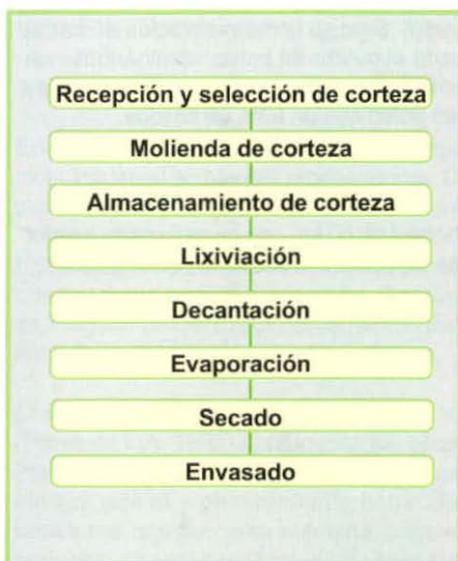
En Chile, en forma potencial existen fuentes importantes de estos compuestos como es el caso de la algarrobillita (*Balsamocarpon brevifolium*) y la corteza de Pino insigne (*Pinus radiata*) (FAO, 1998). Las más grandes reservas forestales de taninos son las pertenecientes a las plantaciones de pino insigne.

En un cálculo aproximado en volumen, se puede estimar que alrededor de 40 m<sup>3</sup>/ha corresponde a corteza. De este volumen, una cifra aproximada a un 20% corresponde a taninos (Ibarra, 1992). Los polifenoles contenidos en la corteza de pino insigne representan un tipo de compuestos químicos con excelentes características para producir resinas adhesivas de las características deseadas.

Si bien en la corteza y madera de otras especies también se encuentran compuestos de naturaleza semejante, se ha comprobado que la uniformidad y reactividad de los polifenoles de pino insigne son los más aptos para fabricar resinas (CORMA, 1989).

### Procesamiento.

El proceso industrial para la extracción de taninos se compone principalmente de las siguientes etapas (Rojas, 2000 ; CORFO, 1990) :



- Recepción y selección de la corteza.

La corteza se selecciona en una cinta transportadora que la lleva a un molino.

- Molienda de la corteza.

La corteza es descargada en un molino de martillo, el que la tritura hasta obtener la granulometría deseada. En esta etapa la corteza es reducida a 8 mm aproximadamente. Esto aumenta la superficie de extracción.

- Almacenamiento de la corteza.

Una vez molida la corteza es trasladada a un silo dispuesto para su recolección en donde se procede a dosificarla de acuerdo a las necesidades de ella. Desde allí pasará a los equipos de lixiviación.

#### - Lixiviación.

La extracción se realiza utilizando como solvente una solución de sulfito de sodio a 70-80°C en baterías, que generalmente poseen 3 lixivadores cada una. La corteza se deposita en el lixivador, donde se agrega solvente. El tanino dentro del lixivador se difunde hacia el solvente.

Una vez producida la extracción, se incorpora nuevamente solvente fresco, de modo que se extrae de la corteza hasta la más mínima partícula de tanino. La corteza ya agotada se elimina, cargándose nuevamente al lixivador corteza fresca.

La cantidad de licor tánico que se obtiene de la batería de extracción es de aproximadamente de un 33% del total del peso incorporado, con un 10% de sólidos. El tiempo de extracción es de 2 a 3 horas.

#### - Decantación.

La solución de taninos se enfría a 18°C para luego dejarla reposar en decantadores por algunas horas, con el objeto de trasvasar algunas impurezas tales como gomas, polvo, etc.

#### - Evaporación.

Terminada la decantación, el licor es enviado a las operaciones de volatización en donde se hace pasar por evaporadores para eliminar el agua.

#### - Secado.

Una vez concentrado el licor, este se puede envasar para su comercialización en forma líquida o bien, mediante la desecación se le puede convertir en polvo, eliminándose un 38%, desde el 45% de agua que efectivamente trae, a través de secadores spray (atomizador), lo cual permite obtener un tanino en polvo con un 93% de sólidos.

#### - Envasado.

Para el envasado del tanino en polvo se utilizan bolsas de 50 kg, con revestimiento interior de plástico. Mientras que para el tanino líquido se emplean tambores de plástico de 50 litros.

## III. Hongos, frutos silvestres y otros alimentos.

### 3.1- Hongos silvestres comestibles.

#### 3.1.1- Industria de alimentos.

La producción chilena de hongos comestibles proviene fundamentalmente de la recolección de especies de crecimiento silvestre, así como en un menor porcentaje, de la producción bajo condiciones controladas por el hombre, como es el caso de los champiñones (*Agaricus bisporus*).

Otro hongo cultivado que se produce en Chile, es el hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). Recientemente han surgido iniciativas tendientes a fomentar el cultivo de éste (ver en ; 3.1.8 - Innovaciones en el cultivo de hongos).

La industrialización de hongos indica varias alternativas de procesamiento. Para hongos silvestres, lo más común es la deshidratación, el salmuerado y el congelado. *Boletus luteus* se conserva de cualquiera de las tres maneras. *Lactarius deliciosus* se mantiene preferentemente en salmuera. *Morchella spp.* se comercializa congelada y deshidratada. Los hongos cultivados se procesan principalmente en conserva.

Ahora, existen hongos que se comercializan frescos en zonas cercanas a la recolección (sólo en el mercado interno), generalmente en ferias rurales o en calles de algunas ciudades. Entre estos se distinguen el changle, *Ramaria subantártica*, y digueño, *Cyttaria espinosae*.

#### 3.1.2- Hongos deshidratados.

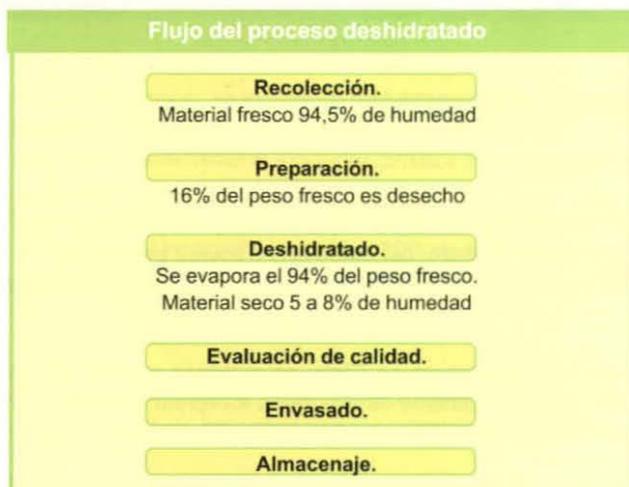
En el proceso de secado se debe distinguir entre la actividad artesanal y la actividad de nivel industrial en plantas procesadoras. Con respecto al secado artesanal este puede ser por aireación y soleado o en deshidratadores artesanales.

En tanto, lo más común es el secado por aireación y soleado de los hongos sobre bandejas o sobre malla rushell suspendida. Sin embargo, el producto obtenido por este método es de irregular calidad, muy contaminado con polvo y otras impurezas, además de no existir control sobre la humedad y temperatura.

Con la finalidad de elevar el nivel de la producción artesanal han surgido algunas iniciativas (Proyecto FIA, 1996) para incorporar el uso de secadores artesanales de manejo familiar (de autoconstrucción). Las características de estos deshidratadores permiten un uso multipropósito y generalmente están dotados de un calefactor artesanal tipo tambor bencinero que funciona con leña o material combustible proveniente de los desechos agrícolas y forestales. Tienen una superficie aproximada de 9 m<sup>2</sup>.

Si bien inicialmente eran los propios recolectores quienes deshidrataban el hongo, en la actualidad cada vez es más común que el recolector venda su producto fresco a acopiadores

que trasladan el hongo fresco a las plantas deshidratadoras que se ubican lejanas a las zonas de recolección (esto ha aumentado el costo de transporte del hongo), pero se ve compensado con un menor valor a que es comprado en estado fresco.



A continuación se detalla el proceso de deshidratado industrial (Arriagada y Melin, 1991; González, 1994).

- **Recolección:**

Durante la cosecha es fundamental no producir daño mecánico por exceso de carga. Una alternativa consiste en el uso de cestas apilables de profundidad no mayor a 15 cm, conformadas a modo de mochila.

Una vez realizada la recojida de los hongos, deben ser llevados a la planta deshidratadora dentro de 24 hrs., como tiempo máximo. Pasadas las 48 horas, la velocidad de descomposición es alta.

Para la deshidratación se deben usar hongos maduros con un sombrero en buen estado de desarrollo (70 a 120 mm de diámetro) e intacto, ya que la forma más conocida de procesarlo es entero, aunque también se puede trabajar en mitades, cuartos, en trozos, con y sin tallo, y como polvo.

- **Preparación:**

Hecha la recepción y pesaje de los hongos, se raspa y corta la mitad del tallo para eliminar el extremo duro, raicillas y barro (uso de cuchillos de acero inoxidable), eliminando además la cutícula que cubre a éste.

Posteriormente se trozan los hongos al tamaño de rebanada especificado (normalmente 1 cm. aproximadamente) y se distribuyen en bandejas. La carga es de 6-8 kg/m<sup>2</sup> de bandeja, las que son llevadas en una o dos capas a los secadores.



*Preparación de hongos silvestres*

- Deshidratado:

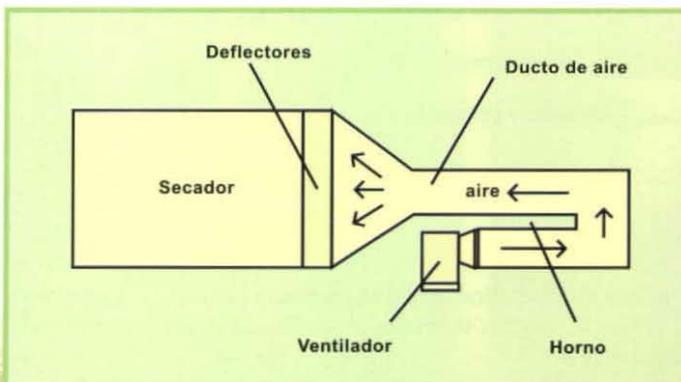
Las bandejas se disponen dentro de un secador que puede ser de compartimiento (secador discontinuo) o de túnel (secador continuo). El tiempo de secado no puede ser mayor de 8 a 10 horas.

Un deshidratado rápido con temperatura elevada produce un tostado, en tanto un proceso lento (14-15 hrs) oxida el producto. En ambas situaciones se produce un ennegrecimiento del hongo lo que repercute en una pérdida de sabor.

En este proceso se distinguen dos etapas (González, 1994):

En la etapa 1, el proceso debe ser lento con temperaturas no superiores a los 40-45°C y con un buen tiraje de aire para eliminar el agua libre del hongo. Este Paso debe durar entre 5 a 6 hrs.

En la etapa 2, la velocidad del aire debe ser menor y la temperatura debe subir a 60°C, nunca superior a esto. Esta fase debe durar de 2 a 3 hrs.



*Vista de planta de secador de compartimiento para hongos*

- Evaluación de calidad:

Normalmente el parámetro más apreciado es el color, que debiera ser más cercano al hongo fresco (amarillo claro = plato 10 JI de la tabla de colores de Maers y Paul), de tamaño regular homogéneo y limpio de impurezas.

- Envasado:

Se realiza en bolsas de papel Kraft, a granel y recubierto con bolsas de polietileno selladas, para evitar la rehidratación del producto. Estas bolsas varían en un contenido de 15 a 20 kilos.

- Almacenaje:

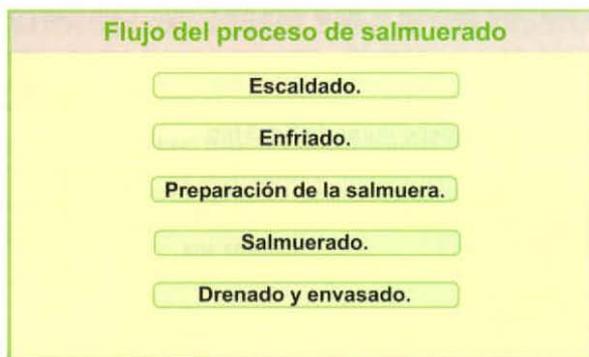
Se debe hacer en bodegas ventiladas y limpias, donde se elimine la humedad residual, y protegidas de acceso de roedores.

Para los hongos deshidratados, se debe considerar un factor de conversión de 10:1 a 20:1 (10 a 20 kg de hongos frescos entregan 1 kilo de hongos deshidratados), esta variación depende de la cantidad de materia seca que tiene éste al momento de procesarlo, y a la diferencia entre variedades.

### 3.1.3- Hongos salmuerados.

Para el salmuerado, debe ocuparse siempre un hongo pequeño. El diámetro del sombrero debe tener entre 30-100 mm, deben ser frescos, enteros o en lonjas y de una sola variedad.

A continuación se describe el proceso de salmuerado (Pereira, 1991; González, 1994).



- Escaldado:

Consiste en sumergir los hongos recolectados antes de 48 horas (óptimo 24 horas) en agua caliente entre 90°C a 100°C, por un tiempo que varía entre 3 a 15 minutos, dependiendo de la variedad y tamaño.



El producto se coloca en mallas resistentes a la temperatura y la operación se realiza en olla de acero inoxidable con 1/3 de agua en su interior. Los hongos se revuelven de modo de hacer homogénea la cocción. Con esta etapa se evitan los cambios de color y se elimina la capa mucilaginosa característica de estos.

- Enfriado:

Los hongos se retiran del agua caliente y se llevan a agua fría hasta que alcancen temperaturas entre 30 y 35°C. Con esto, se evita la sobrecocción. Se lavan los hongos de la mucosidad e impurezas. En este mismo paso se hace una selección por calibre y calidad.

- Preparación de la salmuera:

Se organiza la salmuera en estanques especiales. Las concentraciones son de 24°Baume.

- Salmuerado.

Una vez enfriados los hongos, se vacían en piscinas de fibra de vidrio y se les agrega la salmuera ya preparada hasta cubrir el producto. Se debe contemplar diariamente la graduación salina, de modo de hacer agregaciones de sal y revolver el producto para homogeneizar.

Esta etapa se repite hasta que la salmuera se estabilice, es decir, mantenga la concentración óptima por 5 días seguidos. La duración del proceso de salmuerado depende de la variedad del hongo y puede fluctuar entre 12 y 21 días. Una vez estabilizada la salmuera, se revisa la calidad y calibre del hongo.

- Drenado y envasado:

Se deben drenar los estanques y preparar los tambores de despacho. Estos deben estar pesados y tener en su interior dos bolsas de polietileno que contendrán el producto. En seguida, se envasa en el cilindro un total de 200 kg netos de producto.

Seguidamente, se agregan entre 30 y 40 kg de salmuera a la concentración óptima. Y por último, se sella cada una de las bolsas y el tambor. Según la conversión alemana, 1 kg de hongos frescos equivale a 0,567 kg de hongos en salmuera.



Mallas para escaldado



Ollas de escaldado

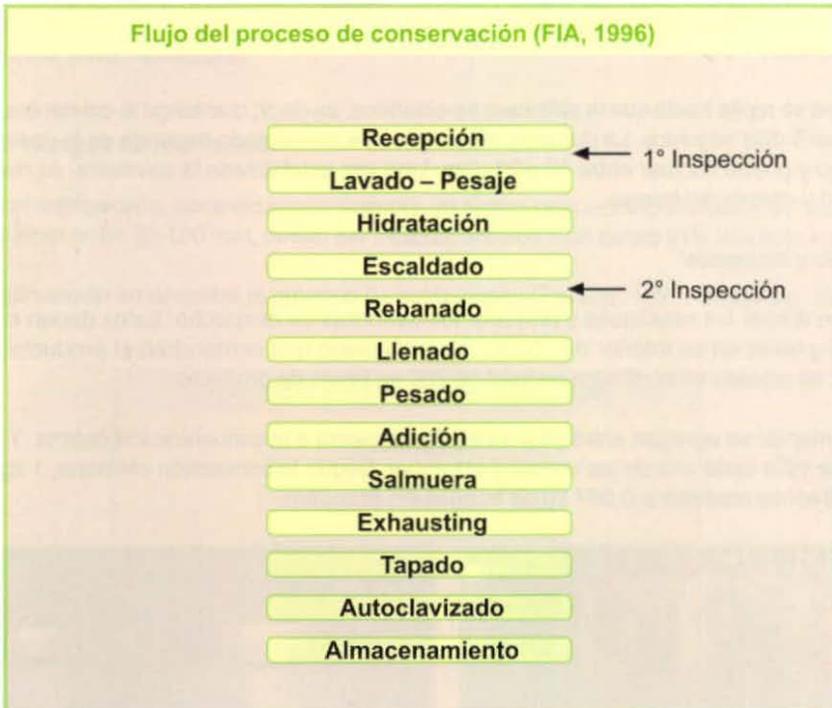


Detalle hongos salmueros



Tambores con producto final

### 3.1.4- Hongos en conserva.



#### - Lavado y pesaje:

El lavado se lleva a cabo por inmersión y duchas. Durante la primera inspección, se eliminan los hongos con el velo abierto y los ejemplares en un mal estado sanitario.

#### - Hidratación:

Aquí los hongos se sumergen en agua desmineralizada (exenta de calcio y sodio) por 30 minutos. Con este proceso se logra eliminar la capacidad de flotar de la seta y evitar las posteriores pérdidas de peso. Se someten a presiones mayores que la atmosférica y una vez desconectado el vacío, se dejan en esa agua por 90 minutos.

#### - Escaldado:

En esta etapa, los hongos se exponen a un proceso térmico de corta duración a 100°C, por 5 a 7 minutos. Su aplicación logra disminuir la carga microbiana, eliminar gases intercelulares e inactiva enzimas causantes de oxidaciones y cambios de color en el producto.

Como resultado del escaldado, se logra un producto de menor tamaño y mayor densidad. Una vez pasado este proceso, se efectúa una segunda inspección con el fin de separar calidades.

#### - Rebanado, llenado, pesado, adición, salmuera:

Se procede al rebanado o trozado de los hongos y posteriormente se introducen en el envase, se pesan y se les adiciona la salmuera de 1,8%, que es el medio de empaque del producto.

#### - Exhausting:

Antes de sellar los envases, se expulsan los gases con el fin de evitar presiones excesivas en la lata durante el proceso térmico, y a la vez impedir corrosiones en el envase causada por la presencia de oxígeno.

#### - Tapado:

Las latas son selladas

#### - Autoclavizado:

Se realiza un tratamiento térmico en autoclaves, a presiones mayores que la atmosférica. El calor puede provenir de agua caliente o vapor, y se aplican temperaturas entre 115°C - 121°C para lograr la esterilización a una presión de 10 a 15 libras. Finalmente, los hongos se enfrían para evitar el desarrollo de microorganismos termofílicos.

#### - Almacenamiento:

Luego del tratamiento térmico, el producto se almacena por un tiempo determinado (aproximadamente 14 días), al final del cual se efectúa un muestreo con el fin de evaluarlo ya terminado. Una vez aprobado el producto se etiquetan los envases y se ponen en cajas donde son almacenadas para posteriormente ser despachadas.

Según la conversión alemana, 1 kg de hongos frescos equivale a 1,316 kg de hongos en conserva.

### 3.1.5- Hongos congelados.

Los hongos para ser congelados deben tener un sombrero de 30 a 70 mm de diámetro.

El proceso de congelado permite detener todos los procesos enzimáticos y la acción microbiana que llevan al deterioro de los hongos. Esto permite obtener un producto final con características de apariencia, color, sabor y valor nutritivo mejores que las otras modalidades de procesamiento.

El tipo de congelado más común es el IQF (Individual Quick Frozen), que implica que los hongos son congelados rápidamente (a  $-24^{\circ}\text{C}$ ) y de manera individual, de tal forma que al momento de servir, sólo se descongelen las unidades deseadas.

Este método de congelamiento rápido (IQF) ayuda a que los cristales de hielo que se forman dentro de las células de los tejidos sean de tamaño muy pequeño, evitando así que las paredes celulares que conforman los tejidos vegetales se rompan. Por lo tanto, al descongelar el producto no hay derrame de fluidos celulares, lo cual garantiza una textura, valor nutritivo y sabor igual al de un producto recién cosechado.

La diferencia sustancial entre una congelación IQF y una congelación lenta, es el tamaño del cristal que se forma. En la segunda, el cristal es tan grande que rompe las paredes celulares, permitiendo el derrame de fluidos internos.

Adicionalmente, el uso de este proceso garantiza que los productos no requieran de ningún tipo de químicos o preservantes para su preservación. Igualmente, es importante recalcar que gracias a los drásticos cambios de temperatura, se reduce de forma importante la presencia de microorganismos.

Según la conversión alemana, 1 kg de hongos frescos equivale a 1,111 kg de hongos congelados.

### 3.1.6- Otros procesos.

Existen otras alternativas de procesamiento, pero que no son por lo general empleadas en forma masiva en el país; encurtidos (en sal, azúcar y vinagre), fermentados (en sal), en aceite (de oliva o vegetal, más sal), extractos y concentrados. Se preparan más bien en forma artesanal y/o casera, para el disfrute de la familia o de mercados nacionales muy limitados.

A nivel de productos elaborados, se recomienda estudiar la posibilidad de introducir al mercado conservas con hongos, como salsas especiales para pastas y platos con hongos que no requieran elaboración. Estos productos deben diferenciarse de los existentes, por calidad y haciendo hincapié en las especies de hongos usadas.

### 3.1.7- Aspectos generales del mercado de los hongos silvestres comestibles.

Las normas de calidad que rigen para la producción y comercialización de hongos frescos y procesados, son las normas internacionales para el comercio internacional de hongos.

Existe también una norma chilena (NCh530.Eof69) que especifica los requisitos del producto, y que se inserta en la normativa internacional, regulando la comercialización de los hongos en términos de características del producto, envasado etc.

El consumo interno de hongos silvestres (frescos o preservados) es bastante bajo, tradicionalmente se habla de cifras cercanas al 13%, y algunos estudios indican que sólo llega al 8,25% del total cosechado. El resto corresponde a exportación.

Las setas que abarcan la mayor parte de la producción silvestre nacional son Boletus (60,8%), Lactarius (37,9%), Morchela (1,3%). En términos de hongos procesados del total del volumen fresco, se distribuye en Deshidratados (38,6%), Salmuerado (49,6%) y congelados (11,8%).

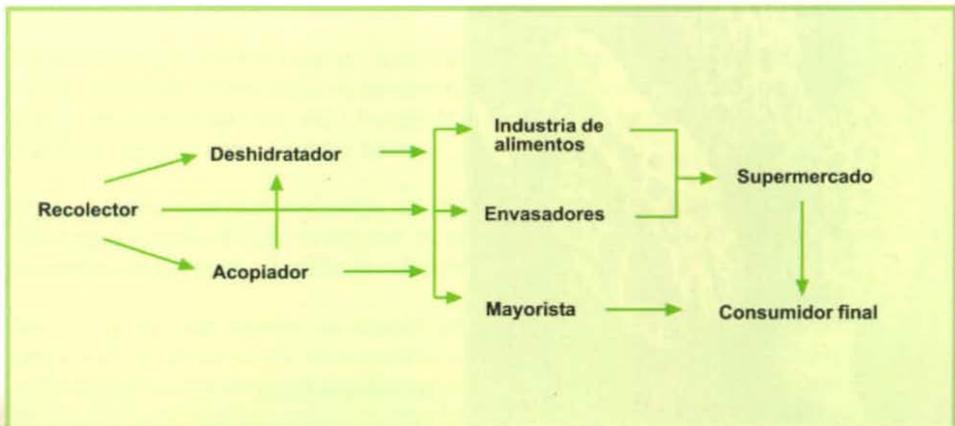


*Hongos silvestres congelados*



*Hongos silvestres deshidratados*

La cadena de comercialización de hongos silvestres se puede resumir según el siguiente esquema :



Con respecto al destino de las exportaciones, al considerar el volumen fresco, los cuatro primeros son países europeos; Alemania, Italia, España y Francia, alcanzando entre ellos sobre el 90% del total comercializado. Esto es un claro indicador de la relevancia que tiene el mercado europeo, para los hongos silvestres de Chile.

Es interesante además destacar que *Morchella spp* (*Morchella conica* y/o *Morchella esculenta*) corresponde a un producto de alto interés en el mercado internacional, existiendo una demanda mundial muy superior a la actual producción de Morchela.

Este hongo es aprovechado en la preparación de platos finos, obteniendo los precios más atractivos en su rubro, independiente del país de destino o categoría de comercialización. El mercado europeo es el principal comprador de morchela chilena y existe un potencial, en Estados Unidos y Canadá.

Morchela crece en bosque nativo y plantaciones (bosques de *Pinus radiata* que se han quemado) y de acuerdo a las categorías de bosques presente en el territorio nacional, existe la posibilidad de aumentar la producción actual de morchela a montos muy superiores (Pincheira, 1999).

Especie	Precio promedio (US\$ /Kg FOB ) - año 2002			
	Fresco	Deshidratado	Salmuerado	Congelado
<i>Boletus luteus</i> **	1.5	4.4	0.7	0.9
<i>Lactarius deliciosus</i>	5.0	-	0.8	0.8
<i>Morchella conica</i>	18.2	68.7	21.3	10.2

\*\* El costo de producción de *Boletus* deshidratado es de US\$ 1,0 a 1,5 / kg  
(Fuente: Boletín Infor de exportaciones forestales 2002)



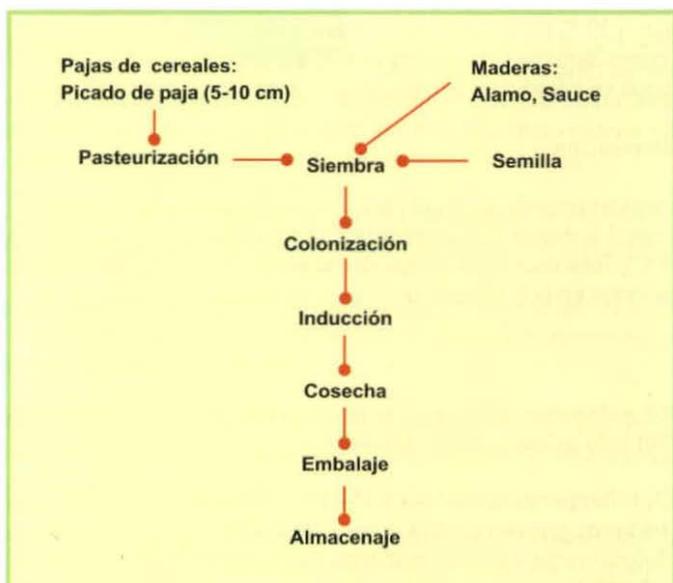
*Morchella esculenta*

### 3.1.8- Innovaciones en el cultivo de hongos.

El principal hongo cultivado en Chile, es el champiñón, no obstante en el último tiempo han surgido iniciativas para desarrollar el cultivo del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cuya producción es baja. Basta adentrarse en bosques de la zona centro sur del país para encontrarlo; sobre tocones de sauces, álamos y castaños.

Es un hongo de carne blanca y sabrosa, muy apetecido en la industria gastronómica.

Para la producción de hongos ostras, se debe considerar el flujo de las siguientes etapas (INIA, 2000) :



-Preparación del sustrato:

Se puede emplear como sustrato, todos aquellos vegetales, parte de ellos o subproductos ricos en ligninas, como pajas de cereales, maderas, aserrín, subproducto de agroindustria (hojas, deshechos de maíz, etc.). Respecto al uso de maderas o aserrín, se debe aprovechar maderas blandas como álamo y sauce.

Para un buen desarrollo del hongo, es ideal proporcionar un sustrato húmedo, 75% en el caso de las pajas. Estas deben ser picadas en trozos de 5 a 10 cm para aumentar la superficie de contacto y facilitar la colonización.

En el caso de usar madera, se ocupan troncos mayores a 5 - 7 cm de diámetro y 1 m de largo, que no eliminen resinas u otras secreciones. Otras experiencias (Chung, 1999) han empleado envases llenados con aserrín y salvado de arroz. En cuanto al aserrín, existen experiencias donde *Pinus nigra* entrega los mejores resultados (Manríquez, 1994).

#### - Pasteurización:

Este proceso sólo se realiza si se utilizan pajas u otras mezclas de sustrato. Lo más común, es el uso de agua caliente (90°C) o vapor por 30 a 45 minutos. La finalidad de esta cocción es de exterminar microorganismos del sustrato y facilitar absorción de nutrientes al micelio del futuro hongo.

#### - Siembra:

La siembra consiste en inocular el sustrato con la semilla, tan pronto se ha pasteurizado. Una correcta siembra se caracteriza por una buena distribución de la semilla, mediante la agregación de capas ordenadas de ésta y sustrato dentro del contenedor, que puede ser una bolsa plástica (mangas de 50 cm son las óptimas) o un envase. La temperatura del sustrato debe bajar a 30°C (debe estar tibio). Para substratos constituidos por troncos, se utilizan tarugos como semillas, los cuales deben ser de la misma especie de la troza a inocular. Los tarugos se introducen a mano o con martillo y luego se sellan.

#### - Incubación o colonización:

Se proporcionan las condiciones al hongo para que invada el sustrato lo más rápido posible. Esta etapa dura unas 3 semanas. Las condiciones son las siguientes: Humedad; Temperatura en el sustrato (24°C); Total oscuridad; Aireación (esta puede ser mínima, basta con realizar repetidas perforaciones en la bolsa con una aguja gruesa esterilizada).

#### - Inducción:

Acá se inducen los sombreros de hongos ostras. Para ello, se entregan estímulos al hongo que desencadenan este proceso. Los cuidados son :

Humedad (85-95%); Temperatura (se baja a 15-18°C); Aireación (se debe disponer de una buena aireación, haciendo grandes perforaciones a las bolsas o removiéndolas); Luminosidad (dejar ventanas debidamente aisladas, cuidando que a través de ellas no entren los rayos solares en forma directa).

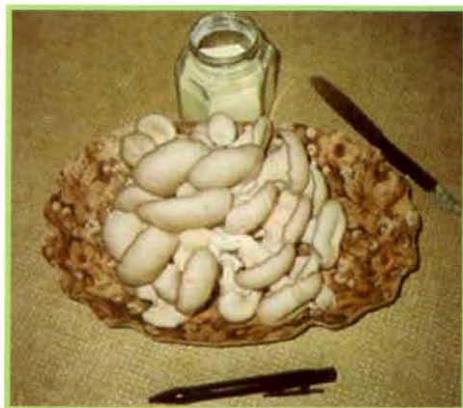
#### - Cosecha, embalaje y almacenaje:

Un buen tamaño para hongo fresco, son los sombreros con un diámetro de 7 a 10 cm. Sombreros más pequeños son apropiados para coctelería y los más grandes para procesamiento.

La cosecha se realiza cortando individualmente cada sombrero, o cortar todo el ramillete (en el caso que se presenten así). La higiene en la recolección debe ser alta (desinfección de los utensilios), para no contaminar los sustratos y obtener una nueva producción de sombreros sanos.

Los tipos de embalaje más recomendables para hongos frescos son: bandejas de poliestireno, perforadas y no perforadas; film plástico de PVC y con permeabilidad selectiva.

Una vez embalados, los hongos deben ser almacenados entre 1 a 2 semanas en un lugar limpio, refrigerado, con alta humedad (85%), temperatura 0-5°C y ventilado.



Hongo Ostra

El shiitake (*Lentinus edones*), hongo originario de Japón que tiene una gran demanda y alto precio en Europa, es una especie con alto potencial para la producción cultivada.

En cuanto a la morchela se recomienda estudiar su cultivo o sembrar esta especie en bosques de Pino que han sido quemados.

La utilización de la madera como sustrato para el cultivo de hongos comestibles, es una alternativa para ampliar la expectativa de

aprovechamiento integral de productos del bosque nativo. En este ámbito, el Instituto Forestal desarrolla un proyecto Fondef titulado "Hongos micorrízicos comestibles: una alternativa para mejorar la rentabilidad de plantaciones forestales".

El proyecto propuesto tiene por objetivo, mejorar la rentabilidad de plantaciones con especies forestales nativas y exóticas, mediante la utilización de hongos micorrízicos comestibles.

Para ello, se busca generar productos intermedios comercializables a mediano plazo, a partir de la inoculación de hongos comestibles en plantaciones forestales establecidas con *Pinus radiata* y especies de *Nothofagus*.

Además, se buscará aumentar en el corto plazo la productividad y el asegurar el éxito del establecimiento de plantaciones forestales, utilizando plantas inoculadas con micorrizas comestibles.

La formación de una micorriza es considerada esencial para la sobrevivencia y crecimiento de la mayoría de las plantas en un ecosistema natural. Su rol en el mejoramiento en la captación de agua y nutrientes, especialmente, fósforo, zinc y cobre, son muy conocidos.

El hongo micorrízico influye en el crecimiento de la planta, mediante la producción de antibióticos y hormonas de crecimiento, pudiendo detener el ataque de patógenos en las raíces y ayudando a las plantas asimismo, a soportar condiciones de suelos adversos tales como un pH bajo y altas temperaturas.

Entre las especies micorrízicas silvestres de mayor importancia que se exportan, están: *Boletus luteus*, *Lactarius deliciosus*, *Morchella conica*, *Morchella spp* y *Gyromitra spp*. Existen además, otros hongos micorrízicos comestibles como el *Boletus loyo* o *Cortinarius lebre*, los cuales poseen capacidades micorrízicas en especies del bosque nativo, preferentemente en *Nothofagus* y en especial *Cortinarius lebre*, muy apreciada por la población indígena chilena.

### 3.1.9- Los hongos silvestres y su aplicación en biopulpaje.

Para la producción de celulosa, existen diferentes procesos de pulpajes, dentro de los



cuales se ha desarrollado en las últimas décadas, un proceso biotecnológico llamado biopulpaje, que consiste en el pretratamiento de madera con degradación de lignina por parte de hongos. Los hongos actúan facilitando el proceso de separar las fibras de madera.

El biopulpaje es un proceso que puede reducir el gasto de energía eléctrica en el pulpaje (que requiere de altas temperaturas), disminuir los reactivos químicos aplicados tradicionalmente (cloro, dióxido de cloro), bajar los efluentes producidos, y por ende la contaminación ambiental.

Esto, sumado a opciones de manipulación genética y síntesis artificial de enzimas. Sin embargo, en la actualidad hay obstáculos en la producción de enzimas a grandes escalas, y que principalmente están relacionados con los costos de producción, estabilidad y disponibilidad de las enzimas en el mercado.

Ahora, el proceso de biopulpaje es llevado a cabo por hongos de pudrición blanca, específicamente de la clase basidiomycetes. Son los únicos microorganismos capaces de degradar la lignina en un alto porcentaje y se caracterizan por la capacidad de sintetizar un complejo enzimático extracelular, que está directamente relacionado con la degradación de los compuestos recalcitrantes y de elevado color.

El proyecto Fondef, ejecutado por la Universidad de Chile, 1997: "Biopulpaje kraft aplicado a *Pinus radiata*" continuó con una línea de investigación desarrollada desde 1990.

En este período, se han logrado desarrollar las cepas de hongos de pudrición blanca, tales como *Pleurotus* y *Coriolus* (*Polystictus*) entre otros, los cuales actúan eficientemente sobre astillas de *Pinus radiata*.

Las investigaciones llevadas a cabo demuestran que pastas kraft derivadas de astillas de *Pinus radiata*, tratadas con *Pleurotus* y *Polystictus*, tienen 3 a 5% de mayor rendimiento y son pastas con mayor contenido de hemicelulosas, siendo más fáciles de blanquear. Se calcula que un 2% de incremento en rendimiento, significaría 36.000 ton. más al año, con un beneficio de casi US\$ 20.000.000.

Algunos estudios derivados de este proyecto (Espinoza, 2001) han considerado la utilización del hongo de pudrición blanca *Pleurotus ostreatus*, el cual fue inoculado en rollizos de *Pinus radiata*, intentando determinar la distribución de las hifas en el trozo.

Otras investigaciones (Arias, 1999), demuestran que la aplicación de estas enzimas lignolíticas en la decoloración de efluentes provenientes de la industria de celulosa kraft, puede eliminar por biodegradación un 70 a 80% del color contenido en dichos efluentes.

### 3.2- Avellana (*Gevuina avellana*).

La semilla del avellano es sin lugar a dudas el producto con mayor valor comercial de esta especie. Tradicionalmente se ha consumido tostada, comercializándose en ferias y mercados, o mediante vendedores ambulantes en las áreas urbanas y rurales del sur del país.

Fruto de *Gevuina avellana*

### 3.2.1- Recolección.

En Chile, el abastecimiento de avellana fresca para tostadería o para extracción de aceite se ha basado en la recolección de la producción natural. Esta no es fácil, y está entregada a grupos o familias que hacen la faena y entregan el producto en sacos o bolsas, directamente a la planta o centros de compra que se establecen para este efecto.

La gran dispersión de los árboles, obliga a los recolectores a penetrar al interior de fundos aledaños, actividad en muchos casos clandestina. La semilla es recogida del suelo y la dispersión se facilita mediante el vareo del árbol, evitando de este modo la predación de la avellana por parte de los roedores.

Tras ser recolectado, el producto se almacena en sacos de 50 a 70 kg, efectuándose la venta en bruto a acopiadores a orilla de camino, o a procesadores artesanales de localidades cercanas.

La recolección (VII a X región) se hace en respuesta a avisos en la prensa local de la apertura de poderes compradores privados. Estos poderes compradores constituyen los intermediarios de materia prima, vendiendo los productos a los representantes de las empresas procesadoras.

### 3.2.2- Alternativas de industrialización de la Avellana.

Se han desarrollado distintos procesamientos industriales para la avellana chilena, siendo los principales derivados:

- Avellana tostada para uso directo o en productos de confitería y pastelería.
- Avellana tostada salada como snack.
- Harina de avellana entera.
- Aceite de avellana comestible o para uso cosmético. Esto deja como subproducto, la harina desgrasada, que puede destinarse a alimento animal y en menor escala, para pastelería y alimentos infantiles.

### Etapas en el proceso de industrialización.

#### Primera etapa: Obtención de semillas de Avellanas limpias.

- Recepción en planta.

Las avellanas son recibidas, en la planta, en sacos y otros medios de embalaje, procediéndose a su pesaje.

#### - Clasificación por tamaño.

Proceso necesario para mejorar la etapa de partido del fruto. Se realiza en un tamizador vibratorio de 2 o más tamices montados en una plataforma oscilante (de acuerdo al tamaño del fruto entero). Los tamices más efectivos son de 5/8" y 1/2" de malla cuadrada.

#### - Partido o trituración del fruto.

La cáscara externa de las avellanas es de tipo leñoso, característica que dificulta el partido sin que el fruto se dañe. Para lograr este objetivo, existen las siguientes alternativas de procedimiento.

##### a. Partido por presión.

Esta técnica consiste en usar equipos de partidores de frutos con cáscara dura, cuya función es comprimir la fruta sin someterla a ningún tipo de corte. Sus principales desventajas son producir una trituración de los frutos demasiado grande, y dejar enteros aquellos de menor tamaño.

Además, muchas veces el núcleo queda retenido en la cáscara, como también se produce un partido de los cotiledones. Para evitar el triturado disparejo de los frutos, se recomienda efectuar el calibrado descrito anteriormente.

##### b. Secado por calor y partido.

Consiste en disminuir el contenido de humedad de la cáscara, por medio de la aplicación de calor, para lo que se utiliza un horno secador común, con adecuada ventilación para acelerar el proceso de secado por la circulación del aire caliente.

Posterior al proceso de secado, se parten las avellanas a través de equipos empleados en el partido de almendras. Sin embargo, este método tiende a reseca el núcleo central (cotiledones) y al aplicar presión, se resquebraja. Por otra parte, es un método más costoso.

##### c. Partido por presión y corte.

Radica en aplicar conjuntamente una acción de compresión y un esfuerzo de corte, de tal manera que se produzca la separación de la cáscara y el núcleo comestible. Esto se logra mediante el uso de un molino de discos rotatorios, con separación regulable entre ellos.

El sistema logra un partido de las avellanas en mitades, dejando libre la cáscara y los cotiledones del núcleo comestible. Este sería el método más recomendado (proyecto INTEC, 1982).

En esta etapa se obtienen tres fracciones: cáscara, núcleos comestibles y polvillo, los que son separados en parte en la fase siguiente.

#### - Separación de la cáscara y parte comestible.

Se pueden emplear diferentes métodos (Sercotec, 1990): Harneado, Centrifugación, Aspiración y Flotación.

El hameado consiste en emplear una mesa vibratoria, con perforaciones en su superficie, de tal manera que se retengan las partes de mayor tamaño (las cáscaras), pero siga el resto de la mezcla (parte comestible y aserrín).

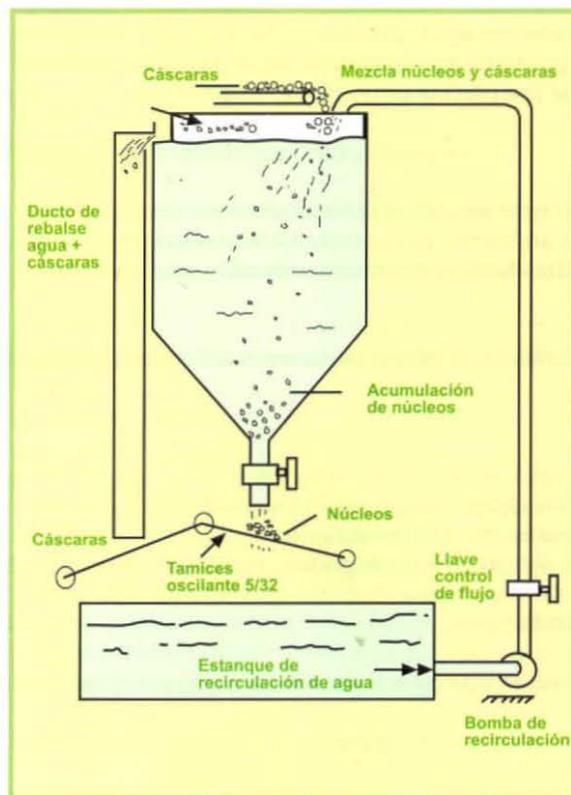
La centrifugación reside en utilizar una centrifuga cuyas paredes interiores tengan perforaciones entre dos a tres milímetros de diámetro en la primera centrifugación (donde sale el aserrín), y después orificios entre 3 y 7 mm para la segunda centrifugación (donde sale el núcleo comestible).

El sistema de aspiración trata en ocupar un equipo aspirador que tenga en su boquilla una rejilla con orificios de un diámetro entre 2 y 3 mm en una primera succión (del aserrín), y de 3 a 7 mm en una segunda succión, donde se extraen los núcleos.

La flotación es el más eficiente y el más recomendado. En este, las fracciones obtenidas en la etapa anterior, son llevadas a un tamizador vibratorio semejante al utilizado en la primera etapa.

Los tamaños de tamices recomendados son de 1/2" y 5/32"; la fracción más gruesa corresponde exclusivamente a la cáscara externa, la fracción intermedia se constituye de

núcleos y cáscara de tamaño similar y la fracción más delgada corresponde a polvillo fino.



La separación de las cáscaras y núcleos de la fracción intermedia, se realiza aprovechando la diferencia de densidades de los constituyentes. La mezcla se descarga en un estanque lleno de agua provisto de un rebalse, la cáscara flota y se elimina a través de un rebalse, mientras que el núcleo al presentar mayor densidad que el agua, se hunde.

Los núcleos se retiran del fondo del estanque a intervalos regulares de tiempo, según sean los volúmenes descargados.

Separador de cáscaras para Avellana  
(fuente: Sercotec, 1990)

- Blanqueo de los núcleos.

Su objetivo es producir el ablandamiento de la cascarilla fina (cutícula) que recubre al núcleo, para facilitar la separación posterior y a su vez inducir una mejor textura al grano tostado.

En un estanque con agua a ebullición, se colocan las avellanas y se mantienen inmersas por un período de 9 minutos en agua hirviendo, con agitación, permitiendo una buena retención del sabor y facilidad de remoción de la cascarilla.

- Separación de la cutícula protectora.

Para separar la cutícula protectora se puede recurrir a varios procedimientos:

a. Pelado químico:

Este método consiste en tratar las avellanas con una solución ácida de ácido clorhídrico en baja concentración 1% a 2%, por un período de tiempo de 4 a 6 minutos. Luego se lavan los núcleos con agua fría y a continuación se hacen hervir las avellanas en una solución alcalina de hidróxido de sodio (NaOH) al 1% o 2%, durante un tiempo de 5 minutos.

Escurrida esta solución, se procede a lavar con agua. La metodología permite una extracción total de la cutícula protectora, pero producto del reblandecimiento de las avellanas, el rendimiento disminuye, y estimándose una pérdida de un 20% a lo menos.

b. Aplicación de agua caliente:

Las avellanas, aquí, se sumergen en agua hirviendo, durante alrededor de 10 minutos, agitando con algún implemento. El problema que presenta esta metodología, es la disminución del sabor de los productos, se produce ablandamiento y se pierde alguna proporción del aceite.

De acuerdo a los antecedentes bibliográficos, el tiempo de hervor recomendable sería de 9 minutos (proyecto INTEC, 1982).

c. Pelado mecánico:

En este método se utiliza una máquina pulpadora de frutas, cuya pared interior perforada se reemplaza por una camisa con paredes de características abrasivas, para que el roce entre dicha camisa con las escobillas de cerdas de la pulpadora, produzca el despliegue y separación de la cutícula, extrayéndose al exterior y quedando en el interior el núcleo, generalmente separado en sus dos cotiledones.

Junto con la inserción de los núcleos, se inyecta agua a presión, con lo que se obtiene un 80 a 85% de núcleos limpios.

- Eliminación del agua superficial.

Antes de iniciar algún proceso para elaborar productos finales, es recomendable eliminar

el agua superficial que contiene la parte comestible de las avellanas. Esto se logra con el uso de aire circulante, mediante un extractor e inyector de aire y de preferencia usando aire caliente, o bien ocupando un horno tostador en un breve período de tiempo.

Respecto al rendimiento en esta primera etapa, en base a una cantidad de 100 kg iniciales, la producción de avellanas fresca a limpia se estima en un 27%, es decir 27 kg (López, 1989).

Con respecto a los estándares de calidad, para el mercado nacional se recomiendan las siguientes exigencias de calidad (FIA, 1997) :

- Humedad : 8%
- Daño mecánico : menor a 10%
- Presencia de manchas : menos del 5%
- Presencia de cutícula : no exigida

En el mercado externo, la demanda exige a lo menos éstos estándares:

- Humedad : 6%
- Daño mecánico : menor al 5%
- Calibres : 6 mm mínimo
- Manchas de hongos : 2%
- Presencia de cutícula : sin exigencia
- Semilla entera 100%

Respecto al envasado, las condiciones son:

- Tipo de envase : polietileno recubierto en papel aluminio
- Tamaño de envase : 25 kg
- Condiciones de envasado : al vacío con atmósfera controlada

### **Segunda etapa : Elaboración de productos finales.**

- Avellanas tostadas.

Los frutos limpios son pasados por un equipo de tostación, en lo posible con malla vibratoria, para producir el movimiento de las semillas y lograr un tostado uniforme. Para una carga de 60 kilos, se recomienda mantener una temperatura de 130°C aproximadamente y un tiempo de permanencia de alrededor de 20 minutos.

Una vez enfriado el producto, se envasa utilizando plástico en film que impida el paso del aire para evitar la oxidación. Antes del envasado, se recomienda emplear un baño antioxidante en forma de spray, especialmente si su almacenamiento fuese prolongado.

El rendimiento para 100 kg de avellanas limpias es 70 kg de avellanas tostadas.

- Avellanas saladas.

Una vez pelados los núcleos y antes de la fase de eliminación del agua superficial, se

efectúa la salación de las avellanas. Se recomienda elaborar una solución saturada de sal a temperatura ambiente, donde se sumergen éstas por un período de 25 a 30 minutos.

El salado se realiza en recipientes de aluminio, acero inoxidable o de fibra de vidrio reforzada. Una vez completada la salazón, se pasa a eliminar el agua superficial para reducir los tiempos de permanencia en la etapa de tostado o de aplicación de aceite hirviendo.

Las Avellanas saladas se pueden obtener por los siguientes sistemas:

a. Tostado: procedimiento igual que para las avellanas sin salar.

b. Aplicación de aceite hirviendo: las avellanas ya saladas se pasan por aceite hirviendo, por un período de 3 a 5 minutos, después de lo cual se secan los productos en un equipo tostador (5 minutos).

El resultado del tostado es más exitoso que el tratamiento con aceite. Se recomienda también una aplicación de spray antioxidante antes de proceder a la etapa de envasado.

En cuanto al rendimiento, se considera que para 100 kg de avellanas limpias se obtienen 92 kgs de avellanas saladas.

- Productos de confitería.

Para la elaboración de productos de confitería con avellanas enteras o trozadas, se utilizan aquellas limpias sin agua superficial o bien tostadas, sin aplicación de salado u otros aditivos. Estas avellanas se pueden emplear en la elaboración de chocolates, grageas confitadas, glaseados y helados especiales entre otros.

- Productos para cocktails.

Uno de los productos para cocktails, son las avellanas saladas y con sabores diferentes. Para esto, es importante el proceso de aplicación de aceite hirviendo, donde se adiciona el sabor que se desea imprimir. Luego del enfriado, también se aplica antioxidante en forma de spray para envasar.



Partidor con tamices para Avellana



Tostador para Avellana

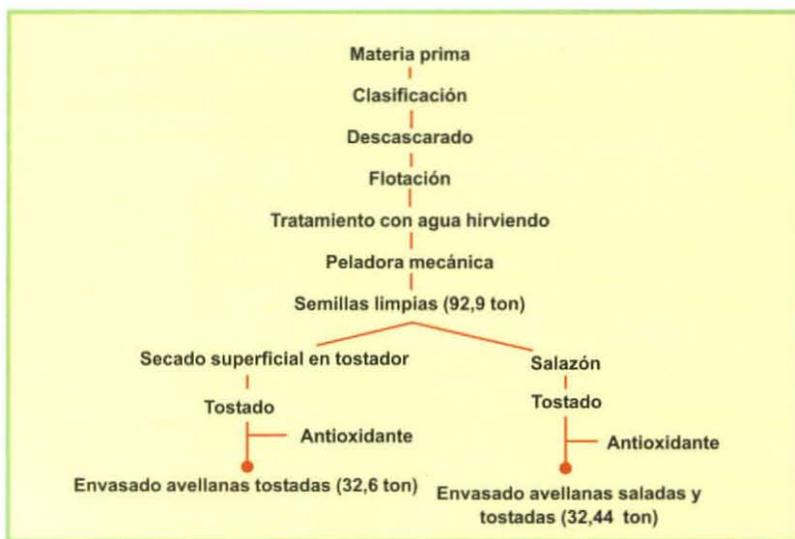


Diagrama de flujo procesamiento Avellana (Sercotec, 1990)

### El aceite de Avellana.

El proceso de extracción de aceite está compuesto de:

- Molienda.

La molienda se realiza en un equipo molidor, especialmente de discos, puesto que otros equipos tienen la dificultad para retirar la pasta cremosa que se forma, debido al alto contenido de aceite de la mezcla. La molienda es relevante, porque en la medida que los núcleos queden bien molidos, se facilitará todo el proceso de extracción posterior.

- Prensado.

La pasta resultante de la molienda se somete a un prensado, que en frío o en ambiente natural, en general, tiene un bajo rendimiento de extracción, aproximadamente un 12% y, al repetir la operación con la pasta remanente, nuevamente se logra un rendimiento similar.

Dado estos bajos rendimientos, el prensado se debe realizar con la pasta calentada a una temperatura entre 60°C y 70°C. Con la aplicación de temperatura a la pasta, el primer prensado produce un rendimiento de 33% de aceite y el segundo prensado da otro 33% de aceite extraído. El equipo recomendado es una prensa hidráulica.

- Laminación de la torta residual.

Para continuar la extracción del aceite de la torta residual, es necesario laminarla para que el solvente utilizado en la siguiente etapa actúe en forma uniforme en toda la superficie. Para ello se emplea un equipo laminador.

- Extracción por solventización.

La torta laminada es tratada con hexano, utilizando el método de percolación, con lo que se logra llegar a un 98% de extracción del aceite contenido en las Avellanas. El solvente es recirculado para recuperarlo posteriormente y volverlo a usar.

- Desolventización.

Corresponde a la separación del solvente (hexano) y se efectúa en un equipo especial para estos efectos. Se utiliza un evaporador al vacío con el empleo de nitrógeno, para evitar así la oxidación del aceite.

- Refinación.

La refinación comprende las siguientes etapas:

- Decantación en frío.
- Centrifugación.
- Saponificación : el aceite se trata con una solución de hidróxido de sodio al 15%. Se emplea una relación de 1,5 a 2,0% de la solución señalada por litro de aceite; el tiempo de acción es de alrededor de 5 minutos. Luego de tratarlo otros 5 minutos con 1,5% de agua destilada, se deja decantar para luego centrifugar el producto saponificado.
- Secado al vacío con una temperatura de 90°C.
- Blanqueo : el aceite se agita con una mezcla de tierra activada y carbón activo por un periodo de 15 minutos.
- Filtración : se usa un equipo de filtrado al vacío.



*Aceite de Avellano para cosmética*

La refinación se emplea, generalmente, en la elaboración de los aceites comestibles, a diferencia con la cosmetología, donde se utilizan aceites crudos o sin refinar.

El aceite de avellanas puede destinarse al consumo humano, al igual que el de maravilla, y también puede aplicarse al uso de la industria cosmetológica, aprovechando las características que lo diferencian de los demás aceites vegetales.



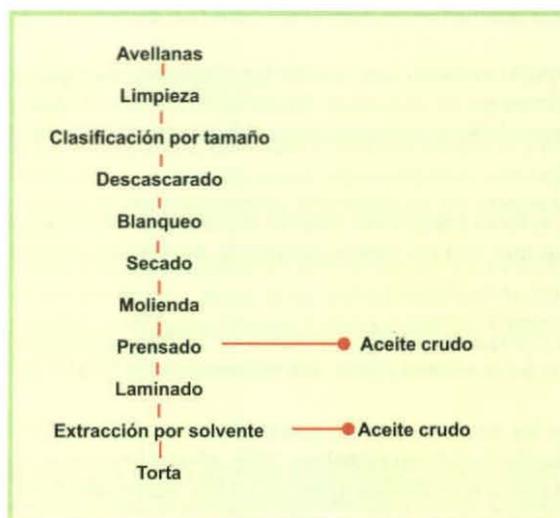
*Aceite de Avellano para consumo humano*

Su uso en la mencionada industria, permite aprovechar todas esas características, como sus condiciones lubricantes que no provocan irritaciones ni alergias, además de permitir un bronceado natural. A partir del aceite de avellana, se pueden elaborar una serie de productos como: cremas de limpieza, cremas nutritivas, cremas humectantes, aceite puro, aceite para el cabello.

Hablando de rendimiento, en base a 100 kgs de avellanas limpias, la conversión sería : 48 litros de aceite, 51 kgs de torta y 1 kg de aceite mezclado con la torta, o de pérdida.

Comúnmente, los altos niveles de aceite residual que se encuentran en las tortas, se deben a la naturaleza artesanal de la extracción practicada.

Los métodos que presentan una mayor eficiencia extractiva son aquellos que usan solventes, posterior a un prensado previo a 60°C, logrando así extraer el 87,3% y 81,2% del aceite de la Avellana con hexano y alcohol, respectivamente. Una maceración, en alcohol y en hexano previa, acorta el tiempo de prensado (Riquelme, 1986).



Extracción de aceite (Riquelme, 1986)

La extracción de aceite deja como producto residual una torta, de la cual posteriormente se extrae harina para consumo humano o animal.

La harina para consumo humano requiere de núcleo limpios de cutícula protectora, en tanto que aquella destinada a consumo animal, no requiere de la eliminación de ésta. Esta harina se puede utilizar, además, en productos de confitería, galletas y mezclas proteicas. La harina de avellanas tiene un contenido de 25% de proteínas.

A nivel internacional, sólo se exporta aceite de avellana. Los volúmenes de exportación indican que todavía es un mercado incipiente. El precio promedio internacional del aceite de avellano en el 2002, fue de US\$ FOB 15.310/ton (INFOR, 2003).

### 3.2.3- Otros desarrollos.

Se han ejecutado proyectos con el objetivo de mejorar el rendimiento de extracción de aceite de avellana y la calidad de la harina resultante, incorporando una etapa de tratamiento enzimático en el proceso convencional de extracción (uno de ellos Ultratech/Fontec, 1996).



El procedimiento convencional, usado industrialmente, para agotar el aceite de la torta que sale del prensado, es la extracción por solventes, sin embargo se ha comprobado que la aplicación de enzimas en este tipo de procesos, produce un aumento considerable en la extracción del aceite, y por ende una torta residual con mayor valor nutricional.

Generalmente con los métodos convencionales, queda un remanente de aceite cercano al 15% en la torta residual. El aceite inutilizado causa pérdidas económicas significativas, porque es un producto de alto valor agregado.

Por otro lado, la harina desgrasada de avellanas posee grandes posibilidades de ser aplicada para consumo humano por su alto valor nutritivo, no obstante la presencia de aceite en la harina resultante, provoca problemas de rancidez, lo que desvaloriza a ésta dejándola como única alternativa de aplicación para con el consumo animal.

Los autores del proyecto señalan que uno de los mayores inconvenientes que ha tenido la aplicación de enzimas en los procesos industriales, ha sido su costo, eso sí que en los últimos años han aparecido en el mercado, preparados enzimáticos de bajo costo formulados para uso industrial.

Con el proyecto, los autores pretendían mejorar la calidad de los productos, especialmente la harina residual, la que con un menor contenido de aceite, aumenta su estabilidad y calidad nutritiva.

Recientes estudios (Jorquera, 1999), mediante un trabajo experimental, extrayendo el aceite y carbohidratos de la materia prima, han obtenido concentrados proteicos de Avellana.

Las conclusiones de los análisis, revelan que en la composición química del concentrado proteico, destacan su contenido en proteínas 22%, el cual tuvo un aumento de 83,3% con respecto al fruto, un contenido de fibra igual a 21,14%, aumentando 117,2% con respecto a la avellana.

Los resultados de la composición mineral indican que el Ca, Mg, K y P son los elementos que se encuentran en mayor cantidad en el concentrado proteico. Asimismo, las propiedades físicas demostraron que el concentrado puede ser utilizado en la formulación de productos lácteos (leche Purita Cereal), ya que posee una densidad similar a las mezclas usadas en la elaboración de estos, y una granulometría que permite trabajarla como complemento de harina en productos de panificación.

En resumen, el concentrado proteico obtenido es una buena alternativa de mejoramiento de la calidad nutritiva de los alimentos, pues presenta un aporte proteico del 22% y un bajo contenido de aceite (4%). Como actividades futuras a realizar con el concentrado, se proponen realizar estudios de costos de producción para su obtención a nivel industrial.

El gran interés en el desarrollo industrial del procesamiento de la avellana, así como las características de los múltiples productos derivados de la especie, han motivado el desarrollo de una incipiente fruticultura del avellano chileno, con programas de mejoramiento e investigación tanto en Chile como en Nueva Zelanda.

Presumiblemente se desarrollarán plantaciones de avellano en Chile con fines de uso múltiple: para la producción de frutos, ramas y madera, las cuales se sumarán a los productos recolectados, a partir de poblaciones naturales.

En el año 2001 se inició otro proyecto FONDEF ejecutado por la Universidad Católica de Temuco titulado "Desarrollo de Productos Orgánicos y Funcionales en Base a la Avellana (Gevuina avellana Mol) y Creación de Mercados Para su Consumo".

El proyecto pretende innovar en tres actividades de la cadena del valor de la avellana, de manera de abarcar el desarrollo del producto del árbol al consumidor. En el área de procesamiento, se desarrollan procesos para dos productos industriales, mantequilla de avellana de naturaleza pura y mantequilla de avellana light.

El proyecto pretende que en las etapas intermedias del proceso de mantequilla, se pueda producir y mejorar la participación de la avellana en snack, pastelería y rellenos de chocolate o acompañamiento de yogurt.

### 3.3 Murta o Murtilla (*Ugni Molinae*).

La murta es una de las más populares frutas silvestres de Chile y en la que más se ha investigado a nivel productivo. Sus cualidades organolépticas son comparables a las de otros "Berries", por lo que existe gran interés internacional por desarrollar su cultivo.

La murta es recolectada y comercializada en todo el sur para su venta en fresco. Esta por lo general se consume en fresco, aunque se utiliza habitualmente en la elaboración doméstica de mermeladas, confituras, licores, tortas y pasteles. Destacándose además su un alto contenido en vitamina C.

#### 3.3.1- Recolección.

Esta fruta es recolectada por mano de obra poco cualificada y mayoritariamente rural, a partir de poblaciones silvestres. El período de cosecha y venta, usualmente entre el 15 de marzo y el 15 de abril, es muy variable, limitado por la frecuencia y persistencia de las lluvias otoñales (Novoa, 1982).

La cosecha en promedio, fluctúa entre 10 y 13 kg por persona y día. En lugares donde el recurso está alejado de los hogares o lugares de venta, la colecta se realiza durante varios días seguidos y posteriormente es llevada a ferias o comprada por intermediarios.

Los recolectores trabajan en grupos familiares para reunir una cantidad apreciable para su posterior venta, lo que se traduce 4 o 5 canastos de 40 kg.

Por parte de las exportadoras, existen dos formas de abastecimiento (Illanes, 1994):

- Una, es abrir un poder comprador con sede en el mismo packing.
- La otra alternativa, es llamar directamente a un acopiado y esta última, es la más usada por los exportadores.

#### 3.3.2- Procesamiento.

La Murta se consume principalmente en los lugares donde se recolecta (IX y X regiones), siendo el mercado local y regional, actualmente, el principal demandante y consumidor de ésta.

A nivel doméstico y artesanal, se observa la elaboración de varios productos comestibles, dulces de interés y su envasado en recipientes de hojalata. En un proceso industrial definitivo, se debe considerar otro tipo de envases; tales como hojalata electrolítica, aluminio o plástico, en especial si se proyecta llegar al mercado internacional.

Entre los productos descritos en la literatura (Alba, 1977) se cuentan;

- Jalea de Murta : por su alto contenido en pectinas, su color rojizo oscuro cristalino y aroma (aunque este se pierde mucho por la falta de maquinaria adecuada), resulta un producto de buena presentación y sabor ligeramente ácido. El rendimiento de la fruta a jugo clarificado es aproximadamente 68%. La proporción jugo - azúcar es de 55% y 45% respectivamente. El sellado de envase es a 80°C.
- Mermelada de Murta : es aromática, color rojo café, contiene una mínima parte de semilla por ser ésta típica de mermeladas, de buen sabor. El rendimiento de fruta a pulpa es aproximadamente 68%. La proporción pulpa - azúcar es de 53% y 47% respectivamente. El sellado de envase es a 80°C.
- Pulpa de Murta : corresponde al mismo producto anterior, pero con una mínima parte de azúcar para favorecer la degustación, no conteniendo semilla; proceso que exige el uso de una máquina especial por el tamaño de la semilla inferior a 1 mm.
- Jarabe de Murta : color rojo cristalino, prácticamente pierde todo el aroma en el proceso de elaboración. El rendimiento de fruta a jugo es aproximadamente 71,9%. La proporción jugo - azúcar es de 55% y 45% respectivamente.



Murta



Mermelada de Murta