



0004347



INFOR
Instituto Forestal

GUÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGOS SILVESTRES DESHIDRATADOS

ALONSO GÓMEZ LÓPEZ
PATRICIO CHUNG GUIN-PO



GOBIERNO DE CHILE
CONICYT
FONDEF



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA



25 NOV. 2005

GUÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGOS SILVESTRES DESHIDRATADOS

Proyecto FONDEF D01 I 1168

**Hongos Micorrícicos Comestibles:
Una Alternativa para Mejorar la Rentabilidad de
Plantaciones Forestales**

**ALONSO GÓMEZ LÓPEZ
PATRICIO CHUNG GUIN-PO**

**Instituto Forestal
Sede Bío Bío
Concepción, Octubre de 2005**



INFOR

Registro de Propiedad Intelectual N° 150815
ISBN: 956 - 8274 - 60 - X

La información contenida en este documento es resultado del proyecto Fondef D01I1168 "Hongos Micorrícicos Comestibles una Alternativa para Mejorar la Rentabilidad de Plantaciones Forestales". Este documento fue financiado por el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico FONDEF de CONICYT.

Impreso: Trama Impresores
Avda. Colón 7845 · Fono 41-435151 · Hualpén Chile
Tiraje: 500 ejemplares



INFOR

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	LOS HONGOS	2
2.1	¿Que son los hongos silvestres?	3
2.2	Hongos silvestres de mayor importancia en Chile	3
2.3	Estacionalidad	6
3.	DESHIDRATACIÓN	7
3.1	¿Qué es la deshidratación?	7
3.2	¿Para que deshidratar?	7
3.3	¿Por qué se descomponen los hongos?	7
4.	MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN DE HONGOS	9
4.1	Secado solar o natural	9
4.2	Secado solar indirecto	10
4.3	Secado artificial	11
5.	RECOLECCIÓN	12
5.1	Recomendaciones generales	14
6.	PROCESAMIENTO DE HONGOS DESHIDRATADOS	16
6.2	Preparación de la materia prima	17
6.2.1	Recepción	17
6.2.2	Acondicionamiento	17
6.3	Deshidratación	19
6.3.1	Condiciones generales	20
6.3.2	Variables que influyen en el proceso	21
6.4	Aspectos relativos a la calidad	23
6.4.1	Características organolépticas	23
6.4.2	Determinación del contenido de humedad	23
6.4.3	Norma chilena para hongos comestibles deshidratados	26
6.4.4	Norma general del Codex para los hongos comestibles y sus productos	30
6.5	Envasado	35
6.6	Almacenaje	36
6.7	Higiene y manipulación de alimentos	36



7.	PROBLEMAS ASOCIADOS A LA DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS	37
8.	DESHIDRATADORES DE AIRE CALIENTE	39
8.1	Componentes básicos de un secador artificial de aire caliente	39
8.2	Aspectos relevantes en el diseño de un deshidratador	41
8.3	Diseño de un deshidratador artesanal	41
8.3.1	Descripción y funcionamiento	43
9.	BIBLIOGRAFÍA	47

1. Introducción

Favorecidos por el Decreto Ley 701 que incentiva las plantaciones forestales subsidiando el 75% del costo de plantación y manejo de reforestación con plantas comerciales en distintas zonas entre la Sexta y la Décima Región, se han establecido importantes complejos empresariales que han cubierto cientos de miles de hectáreas con plantaciones de pino radiata (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus spp.*), entre otra especies forestales.

Debido a esta importante superficie boscosa ubicada principalmente en el sur de nuestro país, en estas zonas se ha considerado desarrollar la producción de hongos silvestres deshidratados. Estos se desarrollan bajo el dosel de diversas especies arbóreas, exóticas y nativas, principalmente generadas en plantaciones de pino radiata y en bosques nativo del género *Nothofagus*, cuyas características como alimento de tipo orgánico les permiten ser cotizados en los mercados internacionales a precios realmente importantes.

Los hongos silvestres están considerados como Productos Forestales no Madereros (PFNM), que son definidos por FAO (1999) como “los bienes de origen biológico distintos de la madera derivados de los bosques, de otras tierras boscosas y de los árboles fuera de los bosques”.

Según FAO (1998), existen cerca de 200 mil personas que trabajan en torno a los PFNM, siendo las mujeres y sus hijos los grandes recolectores de rosa mosqueta, hongos, avellanas y hojas de boldo, entre otros productos, con los que surten a los intermediarios que abastecen a las pequeñas, medianas y grandes empresas procesadoras y/o exportadores del rubro.

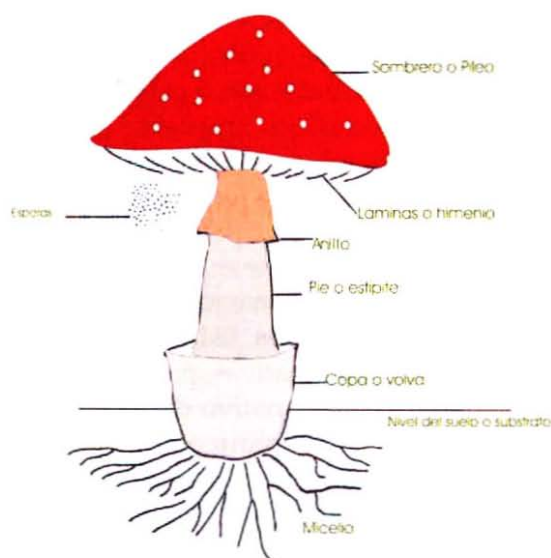
De acuerdo a cifras del año 2003, el aporte de los PFNM alcanza a 35,2 millones de dólares por concepto de exportaciones, y representa el 1,4 % del total exportado por el sector forestal chileno.

El presente documento tiene el propósito de entregar a los recolectores de hongos silvestres comestibles una guía para la deshidratación de estos productos, y constituirse en un aporte a la búsqueda de mejores posibilidades para incrementar sus ingresos.

Las recomendaciones formuladas en este documento son las que se han considerado adecuadas en el momento de su preparación, pero pueden ser mejoradas con arreglo a los nuevos conocimientos adquiridos en experiencias posteriores. Estas recomendaciones se refieren, principalmente, a las características que presentan las especies del género *Suillus*, *Lactarius* y *Morchella*.

2. Los Hongos

Los hongos son organismos unicelulares, pluricelulares o dimórficos; carecen de clorofila, por lo tanto son heterótrofos, es decir, obtienen sus alimentos por absorción; el componente principal de sus paredes celulares es la quitina. El talo (cuerpo vegetativo) en la mayoría de los hongos es filamentososo, está constituido por filamentos delgados llamados hifas, las que presentan crecimiento apical y en conjunto integran el micelio. En el caso de los hongos macroscópicos (Figura 1), el micelio está representado por la masa de apariencia algodonosa y, por lo regular, blanquecino que se localiza por debajo del mantillo en los bosques. Su reproducción puede ser asexual y/o sexual, pero generalmente hay producción de esporas; son de distribución cosmopolita, se desarrollan en cualquier tipo de clima, siempre que la temperatura no sea menor de cero grados centígrados (4° - 60° C), desde el nivel del mar hasta por encima de los 4.000 msnm (Semarnat, 2005).



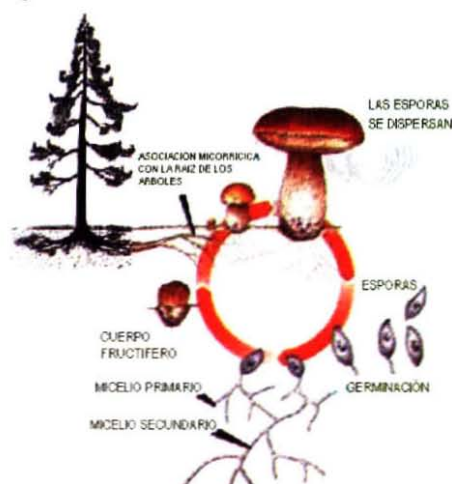
Fuente: [http:// www.raices.org](http://www.raices.org)

Figura 1. Esquema de la fisiología de los hongos macroscópicos.

Los hongos son un componente vital en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, ya que desempeñan diversas funciones de tipo ecológico y fisiológico; además, pueden ser mediadores e integradores que contribuyen al desarrollo de las poblaciones vegetales, particularmente al de las especies arbóreas. Entre sus principales funciones destacan las siguientes: intervienen en los ciclos y transferencia de nutrientes al participar de manera activa en la regulación de la tasa fotosintética; a través del crecimiento de sus hifas modifican la permeabilidad y estructura del suelo; representan una fuente de alimento para algunos vertebrados (incluyendo mamíferos) e invertebrados, son hábitat de invertebrados, algas y otros hongos; participan en la creación y alteración de nichos, sobre todo para invertebrados; establecen asociaciones mutualistas con plantas, termitas, hormigas y con algunas especies de algas (Hawksworth, 1997).

2.1 ¿Qué son los hongos silvestres?

Los hongos que crecen espontáneamente en la naturaleza sobre diversos sustratos (Figura 2) y que denominamos “silvestres”, son aquellos que no se les cultiva en forma comercial y que, actualmente, presentan un enorme interés gastronómico que proviene de los siguientes factores (Deschamps, 2002):



Fuente: <http://www.raices.org>

Figura 2. Esquema de hongos micorrízicos en asociación con la raíz de los árboles.

- Son alimentos que pueden ser fácilmente certificados como ecológicos, orgánicos o biológicos y que pueden ser recolectados y procesados para su venta a muy bajo costo.
- Por las personas que aprecian los gustos y aromas delicados, están catalogados como productos especiales por los cuales se puede pagar un precio más elevado. Esto se debe precisamente a estas cualidades y a su procedencia de agroecosistemas con laboreo escaso o nulo.

- La tendencia en los países más desarrollados a consumir alimentos sanos; con bajas calorías y la menor presencia posible de colesterol. Su forma de comercialización, sin productos químicos, los hacen muy atractivos para un público de mayor poder adquisitivo.

2.2 Hongos silvestres de mayor importancia en Chile

La producción chilena de hongos comestibles, fundamentalmente, proviene de la recolección de especies de crecimiento silvestre y, en menor porcentaje, de la producción bajo condiciones controladas por el hombre, como es el caso de los champiñones, *Agaricus bisporus* (Sepúlveda, 1992; Fundación Chile - INFOR, 2004).

En investigaciones realizadas por Sepúlveda (1992), Oxfam y TAC (2003) se ha determinado que dentro de las especies silvestres más recolectadas, y por disponibilidad del recurso están: *Suillus luteus*, *Lactarius deliciosus* y *Morchella* sp.

***Suillus luteus* (L. ex Fr.) S. F. Gray**
(Callampa del Pino o Boletus)

Se desarrolla sobre la superficie del suelo, principalmente en bosques de *Pinus* spp. con los que forma micorrizas. Crece en bosques jóvenes de 8 a 10 años con empastados y abundante luminosidad. La aparición de cuerpos frutales está marcado por el inicio regular de las lluvias de otoño hasta primavera, declinando con el inicio de las lluvias persistentes, caso en el que son reemplazadas por otras especies (INFOR-Fundación Chile, 2003).



Figura 3. *Suillus luteus*

La temporada de colecta se divide en dos: la primera, desde abril hasta junio y la segunda desde septiembre hasta noviembre. La época de colecta dependerá de la zona geográfica en que se encuentre la plantación de *Pinus* spp.

Las principales zonas de recolección por familias rurales están entre la VI y IX Región.

Se estima que la productividad por hectárea de bosque fluctúa, entre 300 y 1.500 Kg al año, dependiendo de las condiciones del clima que exista en un determinado año.

***Lactarius deliciosus* (L. ex Fr.) S. F. Gray.**
(Callampa Rosada, Lactario o Rubillón)



Fuente: <http://www.grn.es/amjc/bolet/ldelici>

Figura 4. *Lactarius deliciosus*

Se desarrolla sobre la superficie del suelo, principalmente en bosques de *Pinus* spp., con los que se asocia en forma de micorrizas. Crece en bosques de coníferas entre los 6 y 20 años, siendo más propicio su desarrollo en bosques de 11 a 15 años, con abundante vegetación arbustiva (INFOR-Fundación Chile, 2003).

Presenta dos épocas de colecta al año: la primera entre mayo y junio y, la segunda entre septiembre y noviembre. En general, la época de colecta dependerá de la zona geográfica en que se encuentre la plantación de *Pinus spp.*

Lactarius deliciosus al igual que *Suillus luteus* se desarrollan en los bosques de *Pinus radiata*, alcanzando rendimientos de producción promedios de 300 kg/ha/año y un rendimiento de extracción de 35 kg /Jornada (Garfias et al., 1995).

Morchella sp. St. Amans; (*M. conica*, *M. esculenta*, *M.spp*)
(Morchela, Choclo o Morilla)

Normalmente se la encuentra en zonas cordilleranas y precordilleranas, donde fructifica en grupos o en forma cespitosa, principalmente en asociación micorrizica con los bosques nativos del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe, Coigüe-Raulí-Tepa y Ciprés de la Cordillera (Pognat, 2001).

Cabe destacar que, actualmente, es posible encontrarlos en asociación con bosques introducidos especialmente de coníferas (Valenzuela, 1995).

La Morchela es exclusivamente de primavera, apareciendo entre septiembre y noviembre, siendo más abundante en el mes de octubre (INFOR-Fundación Chile, 2003).



Fuente: Pognat 2001

Figura 5. *Morchella sp.*

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

Por su aporte en los diferentes componentes, especialmente alto nivel proteico y de carbohidratos y bajo en grasas, los hongos son interesantes complementos de la dieta alimenticia humana, como se indica en el cuadro 1 (FAO, 1998).

Cuadro 1. Composición química de algunos hongos comestibles que crecen en Chile.

Especie	En % del peso seco			
	Proteína	Grasas	Carbohidratos	Cenizas
<i>Suillus luteus</i>	20,32	3,66	56,58	6,10
<i>Boletus granulatus</i>	14,02	2,04	70,39	6,12
<i>Lactarius deliciosus</i>	27,42	6,72	27,60	5,92
<i>Morchella conica</i>	35,00	2,38	47,00	9,42 – 10,70

Fuente: FAO (1993) citado por FAO (1998).

2.3 Estacionalidad

El siguiente cuadro muestra el resumen de la época de recolecta de los principales hongos silvestres comestibles presentes en Chile.

Cuadro 2. Estacionalidad de hongos comestibles más relevantes en Chile.

Especie Nombre científico (Nombre común)	Época del año (meses)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Boletus loyo</i> Phil. ex Speg (Loyo)			x	x	x							
<i>Boletus loyita</i> Horak (Pichi loyo)				x	x							
<i>Cortinarius lebre</i> Garrido (Hongo libre o Lebre)				x	x	x						
<i>Ramaria botrytis</i> (Fr.) Rick (Changle o Changle rosado)				x	x	x		x	x	x		
<i>Ramaria flava</i> (Fr.) Quél (Changle o Changle amarillo)			x	x	x	x		x	x	x		
<i>Suillus granulatus</i> (L. ex Fr. Kuntze) Callampa del pino				x	x	x			x	x	x	
<i>Suillus luteus</i> (L. ex Fr.) Gray (Boleto o Callampa del pino)				x	x	x			x	x	x	
<i>Lactarius deliciosus</i> (Fr.) S.F. Gray (Lactario o Callampa rosada)					x	x			x	x		
<i>Morchella</i> sp. St. Amans (Morchela o Morilla)									x	x	x	

Fuente: Chung (2005).

3. Deshidratación

3.1 ¿Qué es la deshidratación?

Puede definirse como la eliminación del agua contenida en el producto por medios físicos (natural o artificial), hasta que ésta alcance un nivel de humedad aceptable a las normas establecidas, o humedad a la cual no exista riesgo de deterioro para su conservación por largos períodos (Pistono, 1955).

3.2 ¿Para qué deshidratar?

Con el proceso de secado se busca reducir el nivel de humedad de los hongos, con el objetivo de asegurar la conservación del alimento.

Los hongos, al igual que los vegetales, en su composición encierran elementos que permiten que sea posible la vida de microorganismos e insectos. Ésto, sumado a un contenido de humedad importante, hace que el desarrollo microbiano se realice en un ambiente apto y deteriore el alimento (Pistono, 1955).

3.3 ¿Por qué se descomponen los hongos?

Los alimentos se descomponen y se pudren por dos tipos de causas: por fenómenos vitales y por fenómenos no vitales. Los principales causantes de la descomposición por fenómenos vitales son los microorganismos (como las bacterias del medio ambiente y los parásitos de los propios alimentos) y las enzimas presentes en los alimentos. Las enzimas son compuestos de tipo biológico que catalizan reacciones químicas específicas. Los microorganismos y las enzimas producen la descomposición interviniendo en procesos físicos y químicos de transformación de las sustancias que componen los alimentos (Pistono, 1955).

Los alimentos se alteran también por procesos no vitales. Entre las causas de ésto puede citarse: los excesos de temperatura, la humedad, la luz, el oxígeno o, simplemente, el tiempo. Todos estos factores provocan diversos cambios físicos y químicos que se manifiestan por alteraciones del color, olor, sabor, consistencia o textura de los alimentos.

Entonces, los objetivos del secado o deshidratación según Pistono (1955) son los siguientes:

- Aumentar notablemente la resistencia biológica, especialmente contra la pudrición y deterioros causados por la degradación.



- Aumentar considerablemente la vida útil, por la disminución del riesgo de deterioro para su conservación por largos períodos.
- Reducir su peso, favoreciendo consecuentemente el transporte al disminuir el costo de fletes y facilitarse su manipulación.

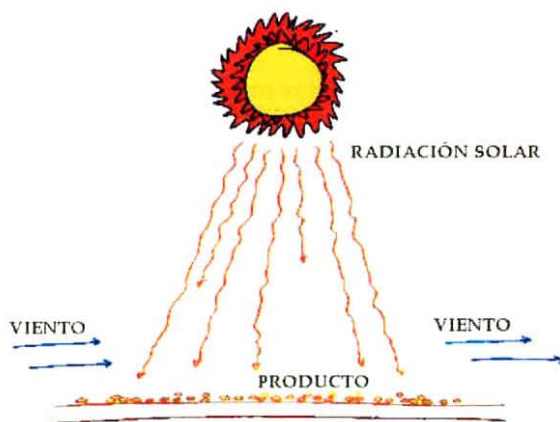


4. Métodos de Deshidratación de Hongos

El secado de los hongos y de otros productos puede lograrse en base a procesos naturales o artificiales que estimulen la salida del agua en forma más o menos rápida. Cualquiera que sea el método de secado empleado, debe tenerse presente que los principios básicos de estas técnicas son; producir la mayor calidad con el mínimo de defectos, en el menor tiempo posible y con el más bajo costo (Pistono, 1955).

4.1 Secado solar o natural

El proceso de secado por radiación directa del sol se conoce también con el nombre de secado natural o tradicional. Consiste en dejar expuesto a las corrientes de aire y a los rayos solares sobre una superficie el producto de la cosecha, como muestra la figura 6.



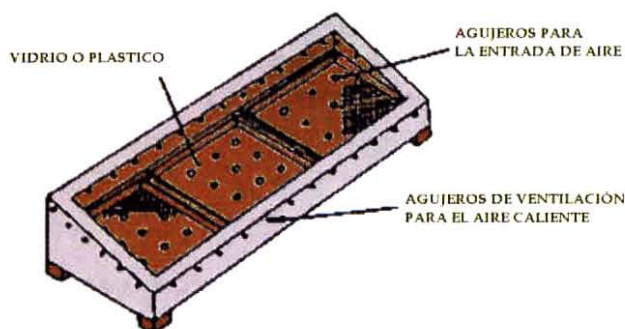
Fuente: Consultancy for Africare / USAID on food processing in the Ouadhai, Kitinoja, L. 1992

Figura 6. Esquema del secado solar directo.

Según Pistono (1955) este método es práctico y barato pero tiene varias desventajas como son:

- a) Rehidratación por condensación de la humedad.
- b) Ataque de insectos y pájaros.
- c) Ataque por hongos.
- d) Contaminación por roedores y otros animales.
- e) Secado irregular de los productos y en ocasiones deficiente.

Existen sistemas más complejos de secado solar que el anteriormente descrito. Se construyen con ventanas de vidrio o plástico transparente, que cubren el producto proporcionando protección contra insectos y, a la vez, captan más calor solar (Figura 7).



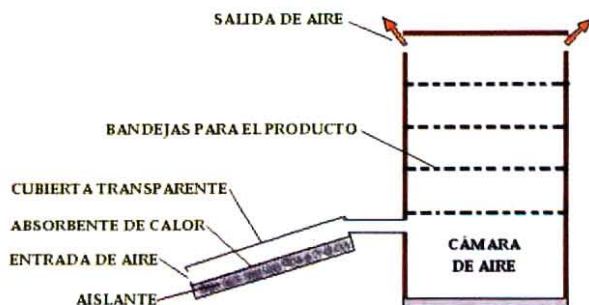
Fuente: Food Drying: Proceedings of a Workshop held at Edmonton, Yaciuk, G. 1982

Figura 7. Esquema secador solar directo.

4.2 Secado solar indirecto

El secado solar indirecto o secado solar modificado consta de un sistema para el calentamiento del aire y una cámara en la que se introduce el producto a secar, con esto se logra aprovechar de manera más eficiente las radiaciones solares y las corrientes de aire. El aire seco y caliente, es en este caso el que produce el secado, extrayendo así la humedad del producto que se quiere secar.

Los secadores indirectos se construyen de modo que la radiación solar es recogida por un dispositivo (Figura 8). Este colector solar consiste en una caja poco profunda con interiores pintados de negro y un panel de vidrio o plástico en la parte superior. El aire caliente así recogido asciende a través de un recipiente que contiene de cuatro a seis bandejas apiladas en las que se carga el producto a secar.



Fuente: Food Drying: Proceedings of a Workshop held at Edmonton, Yaciuk, G. 1982

Figura 8. Esquema secador solar indirecto.

4.3 Secado artificial (deshidratado)

Al igual que el secado natural indirecto, se fundamenta en hacer pasar el aire caliente y seco al interior de una cámara, a través de las bandejas de secado donde se ha depositado el material vegetal (Figura 9), con la diferencia que las fuentes de energía utilizadas para calentar el aire son artificiales (electricidad, gas, petróleo, etc.), las cuales suelen tener un costo alto. Este tipo de secado garantiza una alta calidad del producto seco, pero el consumo energético tiende a ser elevado.



Fuente: <http://www.raices.org>

Figura 9. Carro y bandejas de deshidratación.

5. Recolección

El bosque es un ecosistema bastante complejo y cualquier acción que involucre la colecta de hongos puede provocar un cambio negativo en el ciclo natural del lugar visitado si no se toma precauciones como la de no alterar el entorno y, sobre todo, el suelo, sector en el cual viven numerosos organismos, entre ellos los hongos micorrícicos (Chung, 2005).



Figura 10. Cosecha de hongos (*Suillus luteus*).



Fuente: <http://www.gestionforestal.cl>

Figura 11. Hongos cosechados (*Suillus luteus*).

La cosecha de los hongos se debe realizar por la acción de un corte en el pie, utilizando un cuchillo filoso de acero inoxidable (Figura 10), sin provocar disturbios en el suelo que dañen o destruyan el micelio, que es la parte menos visible del hongo y que se ubica en los primeros horizontes del suelo (Chung, 2005).

Las setas no se deben arrancar ya que con esto se arranca parte del micelio, lo que lleva a la muerte de éste y el término del recurso en ese lugar.

El hongo cosechado debe quedar con un pie de 1 a 2 cm de largo, ya que en general el pie del hongo desmerece la calidad del producto terminado (Figura 11).



Fuente: <http://www.raices.org>

Figura 12. Colecta en canastos de mimbre.

Durante la colecta, los hongos deben transportarse en una canasta ancha y poco profunda (no más de 10 kg.), para evitar el sobre apilamiento de estos que termina por dañarlos (Figura 12).

En la recolección no se debe utilizar bolsas de plástico, pues el hongo puede fermentar y cuando esto sucede pierde sus características de olor, color y sabor. Además, se debe limpiar las setas recogidas antes de colocarlas en la canasta (Chung, 2005).

Se debe cosechar sólo las callampas sanas y adultas cuyo diámetro sea apto para el procesamiento (7 a 12 cm de diámetro), dejando de lado y sin alteración las que no se colecten, pues ejemplares ya sea tóxicos, venenosos, podridos o viejos pueden ser fácilmente dañados. Su destrucción o corta les impedirá seguir su ciclo natural y esparcir sus esporas, perjudicando la presencia de esta especie en el lugar y, por otro lado, eliminar organismos que sirven de alimento a otros seres vivos (Chung, 2005).

Inmediatamente terminada la cosecha se debe seleccionar los hongos que realmente son útiles. No se recomienda recolectar después de lluvias intensas ya que absorben mucha agua y al secarlos quedarán muy oscuros. La recolección debe realizarse en días húmedos pero soleados.

El tiempo óptimo a transcurrir desde la recolección hasta el procesamiento no debe exceder de 24 hrs. Pasadas las 48 horas, la velocidad de descomposición es extremadamente alta (FAO, 1998).

5.1 Recomendaciones generales

Localización: siempre debe buscarse hongos frescos, con buena consistencia, es decir, no deben ser blandos al tacto; ya que cuando esto sucede, es porque los hongos están agusanados lo que también es evidente por la presencia de galerías en el pie (estípite).



Figura 13. *Suillus luteus* en bosque de pino.

Algunos hongos comestibles se asocian con las raíces de árboles (micorrízicos), por lo que se debe buscar en la periferia de éstos (figura 13).

La detección de los hongos que se desarrollan semi-enterrados se hace mediante la búsqueda de montículos en el suelo, al encontrarlos se sugiere observar en los alrededores, ya que es probable que hayan más ejemplares; puesto que muchas especies de hongos crecen en grupos.

Los ejemplares se descubren en forma manual hasta que se pueda ver el pie en su totalidad. No utilizar herramientas que dañen al hongo o expongan el micelio.

Extracción: si el ejemplar está muy adherido al sustrato se sugiere sacarlo con una "palita de jardinero" o una rama terminada en horqueta. Estas herramientas sólo se usan para hacer palanca en la parte inferior del hongo al momento de extraerlo.



Figura 14. Izquierda: Ubicación de la mano y el cuchillo para el corte; Derecha: Corte y extracción del hongo.

Se debe sujetar el estípite (pie) del hongo con los dedos medios, ubicando el pulgar de la misma mano por encima del sombrero y con la otra mano realizar el corte en el pie (Figura 14). Desprender el sustrato que aún tenga adherido y limpiar el hongo con la misma hojarasca, de tal manera que se deje libre de tierra, hojas, mosquitos, etc.



Figura 15. protección del micelio en hongo recién cortado

Si el ejemplar recolectado tiene su sombrero abierto o semiabierto (extendido), es recomendable colocarlo con su parte inferior (láminas, venas o poros) dirigida hacia el hoyo de donde fue extraído y con golpes suaves sobre la parte superior favorecer el desprendimiento de las esporas.

Cubrir el resto del pie de donde se extrajo el hongo, con la hojarasca removida inicialmente, para evitar que el micelio pierda agua lo que provocaría su muerte (Figura 15).

Transporte: Durante la colecta, los hongos se depositan en canastas amplias de 25 a 30 cm de profundidad. Éstos se acomodan de manera que los de mayor tamaño y más pesados queden en la parte inferior de la canasta con los sombreros invertidos. Siempre hay que evitar el maltrato por exceso de carga o por el contacto entre los mismos hongos.

Dado que muchas especies de hongos silvestres comestibles son recolectadas en fases juveniles, cuando aún no han concluido su esporulación, se recomienda que la recolección se lleve a cabo dejando un período al inicio de la época de fructificación y otro al final sin aprovechar el recurso, con lo que se favorece la propagación natural de las especies fúngicas. Así también se garantiza la reproducción de genotipos tanto de fructificación temprana como de fructificación tardía.

6. Procesamiento de Hongos Deshidratados

A continuación se detalla las actividades que componen el procesamiento de hongos silvestres para la producción de hongos deshidratados. En la figura 16 se observa el flujo del proceso.



Fuente: Sepúlveda (1992); Arraigada y Melín (1991) y González (1994) citados por Fundación Chile - INFOR (2004).

Figura 16. Flujo de las etapas de producción de hongos deshidratados

De acuerdo a estimaciones hechas por FAO (1998), para las callampas secas se debe considerar un factor de conversión de 10:1 a 20:1 (10-20 kg de hongos frescos rinden 1 kg de hongos deshidratados).

6.2 Preparación de la materia prima

6.2.1 Recepción

Consiste en recibir y pesar los hongos frescos que fueron recolectados en el día, los que deberán presentar un corte limpio en el tallo a un largo adecuado (1 a 2 cm). Los hongos deben venir en cajas o bandejas preferentemente de plástico, con no más de 10 kg cada una (Figura 17).

Se debe controlar el estado sanitario y la limpieza, eliminando elementos como hojas restos de tierra u otros, evitando además daños físicos provocados por la acción de la cosecha o del transporte.

Las bandejas con los hongos frescos deberán ser llevadas cerca de la mesa de trabajo, protegidas del sol y de la lluvia en donde serán acondicionados para su posterior proceso.

6.2.2 Acondicionamiento

Los hongos en estado fresco son relativamente frágiles, por lo que deben ser manipulados cuidadosamente para no provocarles daños por acción mecánica lo que desmerece su calidad.

Al momento de ser tomados desde las bandejas, se deben limpiar prolijamente de todos los restos de impurezas que aún presenten.



Figura 17. Control del peso en bandejas de transporte

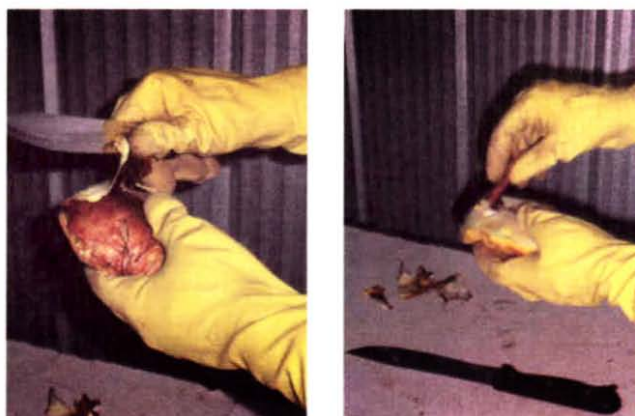


Figura 18. Izquierda: Pelado del sombrero con la ayuda de un cuchillo (*Suillus luteus*);
Derecha: Extracción de la piel con los dedos.

Algunos hongos se deben pelar, como es el caso por ejemplo de *Suillus luteus* (Figura 18). Los hongos seleccionados, se deben pelar, proceso que no es fácil cuando están recién cortados, debido a la mucosa gelatinosa que presentan en el sombrero, aspecto que va cambiando con la ventilación y las horas hasta hacerse más fácil. La piel del sombrero debe ser retirada cuidadosamente sin cortarla, traccionándola con las manos y con la ayuda de un cuchillo (Figura 18).



Figura 19. Izquierda: Cortado manual de lonjas (*Suillus luteus*);
Centro y Derecha: Ubicación de las lonjas en la bandeja de deshidratación.

En general los hongos que se deshidratan son cortados en lonjas (Figura 19). Las lonjas se generan mediante cortes paralelos al largo del tallo de aproximadamente 0,7 a 1,5 cm de espesor, dependiendo del espesor del producto final deseado, ya que se debe considerar que al deshidratarse estas sufrirán una gran contracción. Una vez obtenidas las lonjas serán puestas sobre las bandejas de deshidratación (Figura 19).

6.3 Deshidratación

Según estudios realizados por Fundación Chile - INFOR (2004), en el proceso de secado se debe distinguir dos niveles de actividad, industrial y artesanal.

El secado en plantas procesadoras de nivel industrial se realiza como un complemento a su actividad anual, debido a que los hongos se encuentran disponibles en épocas en las que existen escasas especies agrícolas aptas para el deshidratado (Sepúlveda, 1992).

Generalmente el secado artesanal es desarrollado por los propios recolectores mediante procesos de aireación y soleado o en deshidratadores artesanales. Lo más conocido en este nivel, es el secado sobre bandejas o sobre malla rushell suspendida. Sin embargo, el producto que se obtiene es de calidad irregular, muy contaminado por polvo y otras impurezas, además de no existir control sobre el contenido de humedad y la calidad final.

El proceso en deshidratadores artesanales permite obtener un producto de mejor calidad, debido a que en estos equipos es posible manejar las condiciones de temperatura y humedad. Otra característica importante es ser multipropósito, permitiéndoles procesar distintos productos. Estos equipos generalmente están dotados de un calefactor artesanal (estufa) que funciona a leña u otro material combustible proveniente de desechos agrícolas o forestales y uno o más ventiladores con los que se hace circular el aire para producir el secado.

6.3.1 Condiciones generales

Una vez que las bandejas se encuentran cargadas con hongos, son puestas sobre los carros, según sea el caso, los que posteriormente serán llevados hasta el interior de la cámara de secado (Figura 20).



Figura 20. Izquierda: Ingreso de un carro; Centro: Cargado total de la cámara; Derecha: Cierre de la cámara.

Constituye un error el empezar la deshidratación introduciendo de una vez varios carros o bandejas, debido a que la evaporación que se produce genera una importante caída de temperatura, lo que disminuye la capacidad de absorción de humedad del aire, provocando que éste llegue a los productos que se encuentran en la última posición saturado de humedad. En estas condiciones, la evaporación que se produciría en el último carro sería insignificante, sumado al riesgo en algunos casos de producir alteraciones en el color de los hongos, lo que desmerece su calidad.

En el deshidratado se distinguen dos etapas (González (1994) citado por Fundación Chile - INFOR, 2004):

Etapla 1: en esta etapa el proceso debe ser suave, controlando que las temperaturas no sean superiores a los 40 a 45°C y con una gran circulación de aire (1,5 a 2 m/s) para eliminar el agua libre del hongo (Figura 21). Este paso debería durar entre 5 a 6 horas.

Etapla 2: en la segunda etapa, la temperatura debería subir hasta 60°C, pero nunca ser superior a ésta y con una duración de 2 a 3 horas.



Figura 21: Control del proceso.

Con las condiciones anteriormente mencionadas se tiene que el proceso debería efectuarse en alrededor de 8 horas.

Al término del proceso de secado (Figura 22) se debe considerar que los hongos presentarán una temperatura superior a la del ambiente (50 °C aprox.), por lo que se recomienda que se estabilicen antes de ser envasados. Con lo anterior se evita el fenómeno de “pan caliente” (que es el humedecimiento interior del envase), ya que los productos a la temperatura final del proceso siguen evaporando humedad (Zenteno, 2005).



Figura 22. Izquierda: Apertura de la cámara; Centro: Inspección visual del producto; Derecha: Extracción del carro con el producto deshidratado.

Una manera, es dejar los productos al interior de la cámara hasta que la temperatura de ésta descienda y se acerque a la ambiental. Otra forma, es sacar los productos de la cámara y llevarlos a un lugar aislado por unos minutos y luego proceder a envasarlos.

6.3.2 Variables que influyen en el proceso (Pistono, 1955).

Efecto del grosor y de la forma: como norma general la relación entre el tamaño de una pieza y su superficie tiene que ser la menor posible, teniendo en cuenta que las piezas más pequeñas son las que más rápidamente se secan.

Influencia de la humedad del producto: la influencia que ejerce la humedad del producto sobre la progresión del secado varía según sus características. Como la estructura de los hongos permite que se mantenga en la superficie una libre liberación de agua, la progresión del secado será más o menos proporcional a la humedad relativa hasta que la mayor parte del agua sea evaporada; esto es lo que sucede además, con las hortalizas cortadas en tiras o lonjas y en tajadas delgadas.

Temperatura crítica: en el último período del proceso de secado todos los vegetales pueden resultar perjudicados por el calor. Éstos son mucho menos



sensibles al calor cuando contienen bastante agua. En el caso de los hongos, la gran cantidad de agua y la consistencia suave y esponjosa de su estructura hacen que también se limite la temperatura al comienzo del proceso, debiendo comenzar el secado con temperaturas relativamente bajas.

Efecto de la humedad relativa en el endurecimiento de la piel: en la deshidratación de algunos vegetales, la superficie expuesta al aire puede endurecerse adquiriendo una consistencia parecida a la del cartón, que impide la salida del agua todavía contenida en el interior del producto. En otros vegetales, este fenómeno no suele darse de un modo acentuado, y la práctica ha demostrado que incluso con vegetales que sufren los efectos del fenómeno citado, resulta preferible mantener baja la humedad relativa si se quiere acelerar la deshidratación.

Influencia de la velocidad del aire en el secado: es muy importante ya que afecta fuertemente la velocidad de secado, cuanto mayor sea, menor será el espesor de la película de aire saturado estancado circundante a la superficie del vegetal, y por consiguiente, también será menor la resistencia con que el vapor tropieza para su difusión en el aire, así como la resistencia que dicha película presentará a la transmisión del calor desde el aire caliente al vegetal. Las oscilaciones en la velocidad del aire ejercen una menor influencia en la progresión del secado.

Efecto del tipo de producto en la velocidad de secado: efectivamente, los distintos vegetales, además de su grado de proceso, influyen en la velocidad de secado. Se debe considerar que todos los productos tienen comportamientos físicos distintos con la progresión del secado. Hay vegetales como la zanahoria que a medida que va perdiendo humedad las lonjas se alabea y tienden a separarse una de otra, en tanto que otros productos como los hongos, tienden a pegarse, originando con ello un motivo de retardo en su deshidratación al no poder el aire circular libremente por todas las caras de cada unidad.

Efecto de la carga de las bandejas en la deshidratación: cuanto mayor sea la carga de las bandejas, mayor será también el tiempo de duración de la deshidratación. Por otra parte, una carga demasiado pequeña, como por ejemplo la de 1,5 a 2 Kg/m² tampoco es buena, pues daría lugar a una producción relativamente inferior a la que correspondería a una carga media de 4,5 - 8 Kg/m². Además de un retraso en el tiempo de secado, una carga excesiva puede también provocar una merma en la calidad del producto. Para cada vegetal existirá un término medio cuya determinación vendrá impuesta por el equipo deshidratador y la práctica. Para el caso de los hongos se recomienda alrededor de 5 Kg/m².



6.4 Aspectos relativos a la calidad

Los productos chilenos, en general, obtienen bajos precios; esto se debe principalmente a deficiencias tanto en calidad como en la comercialización.

Respecto a la calidad, hay una serie de factores que lo convierten en un producto de menor precio en el mercado: cosecha al barrer, procesamiento de la totalidad de la colecta, mala calibración por tamaño, deficiente deshidratación, decoloración, postergación del procesamiento y problemas fitosanitarios. Por otra parte, las variedades exportadas por Chile sólo son apetecidas como hongos finos en España y Francia, en general se usan como rellenos y mezclas de especies más finas (FAO, 1998).

6.4.1 Características organolépticas

Normalmente el parámetro más apreciado es el color, que debería ser lo más cercano al hongo fresco (para *Suillus luteus* amarillo claro = plato 10 JI de la tabla de colores de Maers y Paul), de tamaño regular homogéneo, limpio de impurezas y sin olor a humo u otro que no sea el propio (Fundación Chile - INFOR, 2004).

6.4.2 Determinación del contenido de humedad (CH)

Otro parámetro importante es el contenido de humedad final de los hongos ya que, en general, las normas establecen que este valor no debe superar el 10%.

El CH se define como el peso de la cantidad de agua presente en un producto, expresado en función del peso de ese mismo producto seco al horno o anhidro (0% de CH). Es decir, que en rigor para estimar el CH, los hongos por su estructura deberían secarse en hornos al vacío a 60°C y se consideran totalmente secos cuando alcanzan peso constante. Una buena aproximación a este método es desarrollar el proceso anteriormente descrito en hornos convencionales partiendo con una menor temperatura (40°C), hasta llegar cerca de los 70°C y obtener un peso constante en la muestra.

El valor numérico del CH se expresa en porcentaje y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$CH\% = \left(\frac{P_i}{P_f} - \frac{P_f}{P_f} \right) \times 100 \quad (\text{Fórmula 1})$$



En que:

- CH = Contenido de humedad en porcentaje.
Pi = Peso inicial o peso húmedo de la muestra.
Pf = Peso final o peso seco de la muestra.

De lo anterior se desprende lo siguiente:

$$P_i = P_f (CH + 1) \quad \text{(Fórmula 2)}$$

Una vez conocido el peso seco de la muestra, además de poder conocer el CH mediante la fórmula 1, es posible estimar su peso a cualquier CH a través del uso de la fórmula 2.

Un método práctico para determinar el agua contenida (CH), con las consideraciones antes mencionadas, es el método de secado en estufa. El éxito de éste depende de la correcta selección de las muestras para la desecación, las que deben ser representativas del lote o cantidad total de los hongos a deshidratar.

El procedimiento es el siguiente:

- Obtención de las muestras: del total de los productos a secar se extraen pequeñas cantidades (50 a 100 g), las que deben estar compuestas por hongos sanos y libres de defectos. Una de estas muestras será devuelta con el resto de los productos a deshidratar, debidamente identificada, a la que se le denominará muestra testigo.
- Determinación del peso húmedo o peso inicial: inmediatamente después de tomada las muestras, incluida la muestra testigo, serán pesadas en balanzas con 0,01 g de precisión.
- Secado de las muestras hasta peso constante: Una vez pesadas las muestras, se introducen en la estufa para proceder al secado (Figura 23). La muestra testigo no debe secarse ya que se secará con el total del lote a deshidratar. Debe tenerse mucho cuidado con el control del nivel superior de la temperatura, ya que si sobrepasa la indicada es posible que la muestra pierda peso no sólo por la merma de agua, sino por la descomposición de otras sustancias.



Figura 23. Izquierda: Ubicación de las muestras al interior de la estufa; Centro: Muestra al interior de la estufa; Derecha: Ajuste de la temperatura de la estufa.

- **Determinación del peso seco o peso final:** Para determinar cuándo las muestras alcanzan peso constante, se deben realizar pesajes durante el secado con el fin de observar la disminución del peso. Una vez alcanzada la condición constante, las muestras deben pesarse lo más rápidamente posible para evitar que absorban humedad del aire (Figura 24). De igual manera, para eliminar cualquier variación deben enfriarse en un ambiente absolutamente seco, que puede ser un desecador con silica gel. Para realizar el cálculo del contenido de humedad se puede utilizar la fórmula 1.



Figura 24. Izquierda: Ubicación de las muestras al interior de la balanza; Centro: Balanza analítica de precisión; Derecha: Muestra en el interior de la balanza.

- **Monitoreo del contenido de humedad durante el proceso:** mediante el pesaje de la muestra testigo, que permanece secándose con el lote, se pueden hacer estimaciones del contenido de humedad del lote (Fórmula 2).



6.4.3 Norma Chilena para Hongos Comestibles Deshidratados (NCh530.EOf69)

El siguiente es un extracto de la “Norma Chilena para Hongos Comestibles Deshidratados” (NCh530.EOf69). Establece los requisitos que deben cumplir estos productos, tanto para el mercado nacional como para el mercado internacional.

La terminología empleada es la que se indica en la cuadro 3.

Cuadro 3. Terminología empleada.

Término	Definición
Daños	Cualquier defecto específico o una variación objetable de ellos, que afectan las cualidades comestibles o de uso industrial, entre los que están las siguientes categorías. Daño de insectos: aquel en que el hongo muestra signos característicos de este tipo de ataque. Presencia de hongos: aquellas formas vegetativas características de un desarrollo fungoso y visible a simple vista, que afectan al hongo deshidratado.
Deshidratación	Operación por la cual se reduce el contenido de humedad del hongo, especificado en la presente norma.
Fibroso	Producto deshidratado que presenta lignificación en sus tejidos.
Hongo comestible deshidratado	Hongo del género o especie comestible, sano, al que se le ha extraído la mayor parte de la humedad, mediante procesos de secado natural o artificial
Hongo negro	Aquel hongo deshidratado cuyo color es negro en más de un 50% de la superficie total.
Presecado	Operación primaria, mediante la cual se elimina parte de la humedad del hongo, exponiéndolo a condiciones climáticas adecuadas.
Pulverizado	Hongo que se ha disgregado mecánicamente hasta llegar a partículas finas.
Rehidratado	Hongo previamente deshidratado que ha absorbido un mayor porcentaje de humedad que el permitido

Fuente: INN (NCh530.EOf69) 1969.



INFOR

Para los hongos comestibles, esta norma establece cuatro Clases que se describen a continuación:

Clase A u hongos en lonjas: son hongos comestibles deshidratados que se presentan cortados en lonjas paralelas al eje del tallo, y cuya longitud es igual o superior a 3 cm.

Clase B u hongos en trozos: hongos comestibles deshidratados que se presentan cortados en trozos irregulares y superiores a 8mm.

Clase C u hongos picados: hongos comestibles deshidratados que se presentan cortados en trozos, aproximadamente cúbicos de lado 5 a 8 mm.

Clase D u hongos en polvo: producto proveniente de hongos comestibles deshidratados, pulverizados y que ha pasado a través de tamiz N° 9 (0,21mm).

Además, la norma establece tres grados de calidad para los hongos deshidratados de las clases A, B y C. Los defectos admisibles se detallan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Defectos admisibles para hongos comestibles deshidratados.

DEFECTOS	Porcentaje (%) máximo en peso		
	Grado Extra	Grado 1	Grado 2
Fibrosos	2	5	8
Negros	2	5	8
Presencia de Hongos	0	0	0
Materias Extrañas	1	2	4
Suma aceptable de defectos	5	12	20

Fuente: INN (NCh530.EOf69). 1969.

Los hongos comestibles deshidratados de la clase C, cumplirán solamente los requisitos especificados de: Humedad; contenido de sustancias tóxicas naturales o agregadas; requisitos organolépticos; daños por insectos, putrefacción, insectos vivos, organismos parásitos, microorganismos patógenos y restos de insectos; infecciones, limpieza, contaminación de roedores o guano de aves u otros animales.



Materia Prima

Para la obtención de hongos comestibles deshidratados se usarán hongos presecados provenientes de hongos comestibles frescos. Éstos deberán estar sanos, libres de magulladuras, raspaduras, y ataques de insectos. Se usarán solamente hongos suaves, bien formados y de características varietales similares. Los hongos secados serán sometidos a limpieza y selección, se fumigarán y se envasarán en forma adecuada.

Requisitos Generales:

- El contenido de humedad de los hongos comestibles deshidratados será inferior al 10% en peso.
- Los hongos deshidratados serán de características varietales similares, y de acuerdo con su grado, tendrán una tolerancia de hongos fibrosos y negros y de cuerpos y materias extrañas (piedras, terrones, papel, hojas, pitilla y cuerpos semejantes).
- Los hongos comestibles deshidratados no podrán contener sustancias tóxicas naturales o agregadas, debiendo cumplir con las condiciones exigidas por la legislación sanitaria vigente.

Requisitos organolépticos:

- Los hongos comestibles deshidratados estarán exentos de olor que indique putrefacción y no presentarán excesivo olor a humo.

Requisitos Micro y Microbiológico:

- Los hongos deshidratados no presentarán indicios de daños por insectos, de putrefacción y estarán exentos de insectos vivos, parásitos, microorganismos patógenos y restos de insectos.
- Los hongos deshidratados deberán estar limpios y exentos de infecciones, contaminaciones de roedores o guano de aves u otros animales.

Tamaño

Los hongos deshidratados de las clases A, B y C deberán cumplir con las tolerancias de defectos que se detallan en el cuadro 5. En cuanto al tamaño, éstos podrán admitir un porcentaje diferente al especificado tal como se detalla en el citado cuadro.



Cuadro 5. Tolerancia del tamaño diferente al especificado

CLASE	Porcentaje (%) máximo en peso	
	Tamaño Superior	Tamaño Inferior
Clase A (Lonjas)	-	15
Clase B (Trozos)	-	8
Clase C (Picados)	10	3
Clase D (Polvo)	10	-

Fuente: INN (NCh530.EOf69). 1969

Los envases

- Los hongos comestibles deshidratados de las clases A y B se envasarán en bolsas de material plástico selladas, que se colocarán en bolsas de papel de 3 a 5 pliegos, cosidas. Su contenido neto será de 10 kg. +/- 0,5 kg. al envasar.
- Los hongos comestibles deshidratados de la clase C, se envasarán en bolsas de material plástico selladas, que se colocarán en cajas de cartón corrugado. Su contenido neto será de 20 kg. +/- 1 kg. al envasar.
- Los hongos comestibles deshidratados de la clase D, se envasarán en bolsas de material plástico selladas, que se colocarán en cajas de cartón corrugado. Su contenido neto será de 25kg. +/- 1kg. al envasar.
- Por acuerdo entre comprador y vendedor, podrán usarse envases cuyos contenidos netos sean diferentes a los especificados.

Las etiquetas

- Las marcas serán de impresión permanente sobre los envases, o etiquetas de papel o de cualquier otro material que pueda ser adherido a los envases.
- Las inscripciones serán legibles a simple vista, redactadas en español y hechas en forma tal que no desaparezcan bajo ninguna condición de uso normal. Indistintamente, podrán llevar rótulo en otro idioma si fuera necesario.



Extracción de muestras

La extracción de muestras se debe realizar según lo dispuesto en la NCh660.E69

6.4.4 Norma general del Codex para los hongos comestibles y sus productos (CODEX STAN 38-1981)

La comercialización de hongos esta sujeta a las normas internacionales que regulan el comercio de alimentos. Estas normas son fijadas conjuntamente por FAO y OMS, a través de la comisión del CODEX Alimentarius. Las normas del CODEX que regulan el comercio internacional de hongos pueden encontrarse en español en <http://www.codexalimentarius.net>

El siguiente es un extracto de la “Norma general del codex para los hongos comestibles y sus productos” (CODEX STAN 38-1981), referente a hongos deshidratados.

Ámbito de aplicación

Esta norma contiene los requisitos generales aplicables a todos los hongos comestibles, frescos o elaborados, cuya venta permiten las autoridades competentes de los países consumidores, excepto los hongos cultivados envasados del género *Agaricus*. Podrán establecerse requisitos diferentes para los productos comprendidos en esta norma, en normas para grupos de productos o en normas para productos determinados.

Descripción

Definiciones de los productos:

- Se entiende por hongos comestibles los frutos pertenecientes a un grupo vegetal específico (fungi) que crecen en estado silvestre o que se cultivan y que después de su elaboración necesaria son apropiados para utilizarse como alimento.
- Se entiende por especie las especies botánicas y sus variedades muy afines; por ejemplo, las variedades de *Boletus edulis* y de *Morchella* redondeadas o cónicas se considerarán como pertenecientes a la misma especie.
- Se entiende por hongos desecados el producto obtenido por desecación o



lío-filización de hongos comestibles de una sola especie, ya sean enteros o en lonjas.

Definiciones de los defectos:

- Se entiende por hongos dañados los hongos a los que falta más de 1/4 del sombrero (pileo).
- Se entiende por hongos aplastados las partes de hongos que pasan por un tamiz de malla de 15 x 15 mm en el caso de hongos frescos, y de 5 x 5 mm en el caso de hongos desecados.
- Se entiende por hongos deteriorados los hongos parduscos o podridos como consecuencia del ataque de microorganismos y/o mohos.
- Se entiende por hongos dañados por larvas los hongos que tienen agujeros producidos por larvas.
- Se entiende por hongos gravemente dañados por larvas los hongos que tienen cuatro o más agujeros producidos por larvas.
- Se entiende por impurezas orgánicas de origen vegetal la presencia de otros hongos comestibles y de partes de plantas, como hojas y acículas de pino.
- Se entiende por impurezas minerales las sustancias que, después de extraídas las cenizas, quedan como residuos insolubles en ácido clorhídrico.

Especies principales:

Todos los hongos comestibles cuya venta esté permitida por las autoridades competentes de los países consumidores.

Examen y clasificación de las materias primas

Como hay hongos comestibles que se parecen mucho a hongos no comestibles o venenosos, habrá que tener cuidado y asegurarse de que sólo se recojan los hongos de una misma especie comestible. Cuando esta precaución no se haya observado adecuadamente, las especies de hongos comestibles deberán escogerse entre los hongos recolectados, antes de comercializarse, conservarse o utilizarse en la preparación de productos de hongos. Los hongos silvestres que hayan de comercializarse, conservarse o utilizarse en la elaboración de productos de hongos



deberán ser examinados cuidadosamente por un experto a fin de determinar si hay entre ellos hongos no comestibles y esos hongos no comestibles deberán eliminarse.

Factores esenciales de composición y calidad

Criterios de calidad Hongos Desecados:

- El color y sabor deberán ser propios de la especie.
- Contenido de agua

Cuadro 6: Contenido de agua máximo por producto

PRODUCTO	Contenido de agua máximo
Hongos liofilizados	6% m/m
Hongos desecados (además de los hongos liofilizados)	12% m/m
Hongos desecados Shiitake	13% m/m

Defectos permitidos:

Cuadro 7. Magnitud de los defectos permitidos

DEFECTOS	Magnitud
Impurezas minerales	no más de 2% m/m
Impurezas orgánicas de origen vegetal	no más de 0,02% m/m, excepto para los hongos Shiitake para los cuales el máximo será de 1% m/m
Contenido de hongos dañados por larvas:	
hongos silvestres	no más de 20% m/m de daño total, incluso daños graves
hongos cultivados	no más de 1% m/m de daño total, incluso no más de 0,5% m/m de daños graves

Higiene

Se recomienda que el producto a que se refieren las disposiciones de esta norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones correspondientes del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2 (1985), Volumen 1 del Codex Alimentarius), y con los demás Códigos de Prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean aplicables para este producto.

En la medida que la higiene sea compatible con las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables. Analizado con métodos adecuados de muestreo y examen, el producto:

- Deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan constituir un peligro para la salud;
- Deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y
- No deberá contener, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud, ninguna sustancia originada por microorganismos.

Los productos comprendidos en esta norma que estén en forma desecada o deshidratada deberán prepararse de conformidad con las disposiciones del Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para las Frutas y Hortalizas Deshidratadas, incluidos los Hongos Comestibles, recomendado por la Comisión del Codex Alimentarius (CAC/RCP 5-1971).

Pesos y medidas

Llenado de los recipientes:

El recipiente deberá estar bien lleno de hongos y el producto (incluso el medio de cobertura) deberá ocupar no menos del 90 por ciento de la capacidad de agua del recipiente. La capacidad de agua del recipiente es el volumen de agua destilada a 20°C que cabe en el recipiente cerrado, cuando está completamente lleno.

Peso escurrido mínimo:

El peso del producto escurrido no deberá ser inferior a los porcentajes siguientes (Cuadro 8), calculados sobre la base del peso del agua destilada a 20°C, que cabe en el recipiente cerrado.



Cuadro 8. Peso mínimo del producto escurrido.

ENVASES	Capacidad del Recipiente	
	0,5 l o menos	más de 0,5 l
Ordinarios		
Con Vinagre	50% m/m	52% m/m
Con Vino		

Fuente: CODEX STAN 38. 1981

Envasado, almacenamiento y transporte

En el caso de hongos desecados, sémola de hongos y polvo de hongos, se llama la atención sobre la necesidad de impedir que estos productos absorban humedad y sean atacados por insectos, en particular por polillas y gorgojos.

Etiquetado

Además de los requisitos que figuran en la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985 (Rev. 1-1991), Volumen 1 del Codex Alimentarius), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas.

Nombre del alimento:

Los productos que correspondan a las definiciones y satisfagan los requisitos de esta norma deberán designarse apropiadamente a fin de indicar su verdadera naturaleza. Los términos “hongo” y “hongos” podrán sustituirse por la designación comúnmente utilizada para describir el género o la especie correspondiente en el país en que haya de venderse, por ejemplo “hongo” u “hongos” para los del género *Agaricus*. Deberá indicarse en la etiqueta el método de elaboración al cual se ha sometido el producto, por ejemplo “desecado”, “esterilizado” o “congelado rápidamente”.

En el caso de hongos frescos, desecados, salados, congelados rápidamente, fermentados, encurtidos y envasados, deberá figurar además de la palabra “hongos”, el nombre común de la especie del hongo. También deberá indicarse el nombre científico de la especie.



En el caso de productos de hongos consistentes en más de una especie de hongos, la palabra “surtidos” deberá formar parte de la designación. Además, en la etiqueta deberá figurar el nombre de la especie (incluso el nombre científico de la especie).

En el caso de productos de hongos elaborados con hongos que no sean frescos, deberá indicarse en la etiqueta el método de elaboración a que han sido sometidos los hongos utilizados en la preparación del producto final.

Cuando se haya añadido pies a los hongos frescos o a los productos de hongos, las palabras “pies añadidos” deberán figurar en la etiqueta.

Lista de ingredientes:

En la etiqueta deberá indicarse la lista completa de los ingredientes por orden decreciente de proporciones, excepto para los hongos desecados.

Métodos de análisis y muestreo

El método se describe detalladamente en el Volumen 13 del CODEX Alimentarius.

6.5 Envasado

Inmediatamente después que se ha estabilizado la temperatura de los hongos, deben ser rápidamente envasados en bolsas de papel Kraft a granel (Figura 25) y luego puestas en el interior de bolsas negras de polietileno bien selladas, para evitar el cambio del contenido de humedad y la fotodegradación o cambio de color por la luz. Estas bolsas varían en su contenido de 15 a 20 Kg. (Sepúlveda, 1992; FAO, 1998).



Figura 25. Izquierda: Ubicación de las bandejas en el colector; Centro: Vaciado de las bandejas; Derecha: Envasado de los hongos a granel en bolsas de papel.

6.6 Almacenaje

Las bolsas con el producto terminado deben ser dispuestas en un lugar ventilado, seco y limpio, protegidas del acceso de roedores. Se debe asegurar estas condiciones hasta que se genere el despacho o se reenvase en cantidades más pequeñas.

6.7 Higiene y manipulación de alimentos

Siempre se debe recordar que los productos con los que se está trabajando son alimentos y que serán consumidos por el hombre.

Para tener éxito en la aplicación de este proceso debe asegurarse entonces que todas las actividades (recolección, preparación, secado y almacenamiento) se realicen con la máxima higiene.

No Olvidar:

- Siempre antes de manipular cualquier alimento lavar cuidadosamente las manos.
- Para la cosecha utilizar recipientes limpios.
- Lavar los utensilios que se utilizan en el procesamiento.
- Limpiar los hongos de los cuerpos extraños y agentes contaminantes.
- Si el proceso se realiza al aire libre, cubrir los productos que se están secando con una malla para proteger de insectos y otras contaminaciones.
- Desecar los productos en lugares libres de tránsito que levante polvo o donde haya animales domésticos con acceso a los productos.
- Si el proceso se realiza en equipos deshidratadores en que el combustible es la leña, evitar que los gases de la combustión (humos) contaminen los productos.
- Lavar bien bandejas y demás elementos después de ser utilizados.
- Almacenar los productos terminados en envases herméticamente cerrados.
- Disponer de un establecimiento para guardar los productos que permitan asegurar la integridad de estos.



7. Problemas Asociados a la Deshidratación de Alimentos

Pistono (1955) señala que, por lo general, la deshidratación produce cambios físicos, químicos y sensoriales en los alimentos. Entre los cambios físicos están el encogimiento, endurecimiento y la termo plasticidad. Los cambios químicos contribuyen a la calidad final, tanto de los productos deshidratados como de sus equivalentes reconstituidos, por lo referente al color, sabor, textura, viscosidad, velocidad de reconstitución, valor nutritivo y estabilidad en el almacenamiento. Con frecuencia, estos cambios ocurren sólo en determinados productos, pero algunos de los principales tienen lugar en casi todos los alimentos sometidos a deshidratación, y el grado en que ocurren depende de la composición del alimento y la severidad del método de secado.

Las reacciones de oscurecimiento pueden deberse a oxidaciones enzimáticas, por lo que se recomienda inactivarlas mediante tratamientos de pasteurización o escaldado.

El oscurecimiento también puede deberse a reacciones no enzimáticas. Éstas se aceleran cuando los alimentos se someten a altas temperaturas y el alimento posee elevada concentración de grupos reactivos y el secado alcanza niveles del 15 a 20%. Cuando se superan niveles de deshidratación del 2% los cambios en el color son menos intensos.

Otra consecuencia de la deshidratación de alimentos es la dificultad en la rehidratación. Las causas son de origen físico y químico, teniendo en cuenta por una parte el encogimiento y la distorsión de las células y los capilares, y por otra la desnaturalización de las proteínas ocasionada por el calor y la concentración de sales. En estas condiciones estas proteínas de las paredes celulares no podrán absorber nuevamente con facilidad el agua, perdiendo así la turgencia y alterando la textura que caracteriza a un determinado alimento.

La pérdida parcial de componentes volátiles y de sabor es otro efecto de la deshidratación. Por esto algunos métodos emplean atrapar y condensar los vapores producidos en el secador y devolverlos al producto secado. Otras técnicas usan agregar esencias y saborizantes que derivan de otras fuentes, o bien agregando gomas u otros compuestos que reducen las pérdidas de sabor y aroma.

El punto crítico es que el material biológico del que están conformados los alimentos, nunca es completamente homogéneo y tiende a comportarse de manera



diferente debido a que es diferente su composición inicial, cantidad y características del agua que posee; los patrones de encogimiento, migración de solutos y más importante, el cambio de sus propiedades a lo largo de la operación de secado. Por todo lo anterior es muy importante combinar buenas condiciones de proceso, equipos adecuados y experiencia práctica con los productos a deshidratar.



8. Deshidratadores de Aire Caliente

La elección de un deshidratador está relacionado a las características de los vegetales a secar, siendo variantes esenciales la temperatura máxima permitida por el producto, humedad relativa, velocidad del aire y su volumen.

Es muy conveniente poder realizar algunas variaciones al volumen y a la temperatura del aire para con ello tener la posibilidad de procesar distintos productos en un mismo equipo.

En general, cada equipo o instalación tiene una determinada capacidad de secado, es decir, puede evaporar cierto peso de agua por hora mediante un determinado volumen de aire circulando a una determinada temperatura. Por este motivo a pesar que en la mayor parte de los secadores resulta posible secar cualquier clase de vegetal, no se consigue un mismo rendimiento en todos los casos.

Los secadores pueden ser clasificados por las diferencias que presenten en el método que utilizan para la transferencia de calor a los productos húmedos. Bajo este concepto pueden clasificarse dos clases principales: los que transfieren el calor directamente desde los gases calientes al producto, y los que lo hacen por vía indirecta, sin que establezca contacto directo entre los gases y el producto.

Para el secado de hongos sólo tiene aplicación práctica los secadores directos; en éstos, el secado depende de la transmisión de calor desde el gas caliente al producto húmedo, y del transporte al exterior del secador del vapor de agua producido. En el secado de hongos las temperaturas que se suelen utilizar para los gases son normalmente bajas. En casi la generalidad de los casos están comprendidas entre los 50°C y los 60°C. A estas bajas temperaturas únicamente tiene importancia la transferencia de calor por convección, siendo mínima la que se efectúa por radiación. La humedad contenida en el aire de deshidratación es de gran importancia, siendo más importante aún cuanto más baja sea la temperatura, por lo que en algunos es conveniente el secado previo del aire.

8.1 Componentes básicos de un secador artificial de aire caliente

Cámara de deshidratación: recinto especialmente acondicionado en donde se efectúa la deshidratación propiamente tal. Este recinto puede ser un sector del equipo o una cámara o túnel independiente del resto del equipo, el que debe contar con aislamiento térmico para conservar el calor y no disiparlo por las paredes al ambiente.



Sistema de generación de calor: esta función es realizada tanto por complejos sistemas como son las calderas, como también por elementos más simples como son los calefactores o estufas. Lo principal es que el sistema tenga la capacidad de generar la cantidad de calor necesaria para producir el secado, sin provocar efectos indeseados en los productos como deterioro, olores o sabores ajenos al producto.

Sistema de circulación de aire: este sistema no se utiliza en equipos en los que la deshidratación se realiza únicamente por la convección ascendente del calor. En general esta función es realizada por ventiladores, los que tienen la capacidad de transportar el volumen de aire necesario a la cámara de deshidratación y hacerlo pasar a través de las bandejas con los productos hasta salir del deshidratador. En cualquiera de los tipos de secadores se pueden utilizar ventiladores centrífugos, helicoidales o axiales. El uso de cada uno de estos estará relacionado con la búsqueda de la mayor eficiencia en cada caso particular, tomando en cuenta factores como el volumen de aire y la presión total requerida.

Estructura de soporte del producto: los productos son soportados por bandejas, que además de sostenerlos deben permitir el paso del aire a través de ellas. Las bandejas se fabrican de madera o metal con mallas plásticas o metálicas que soporten las temperaturas del proceso.

Elementos y sistemas de control: los elementos básicos son; termómetro, anemómetro e higrómetro. Estos elementos sirven para medir la temperatura, la velocidad del aire y la humedad relativa respectivamente. En los procesos efectuados en equipos artesanales o de pequeña producción estos elementos podrían obviarse de acuerdo a la experiencia que tenga el operador y el conocimiento del equipo que está operando.

Sistemas de control automático: el mejor método para controlar la temperatura consiste en dotar al secador de un control automático, y mejor todavía si a éste se añade un registro que permita observar las alteraciones que la temperatura del aire experimente durante el proceso de secado.

Las principales ventajas que presentan los reguladores automáticos, son:

1. Ahorro de combustible.
2. La temperatura se mantiene dentro de los límites recomendados, sin peligro de dañar los productos que se están deshidratando.
3. Reducción de mano de obra.



8.2. Aspectos relevantes en el diseño de un deshidratador

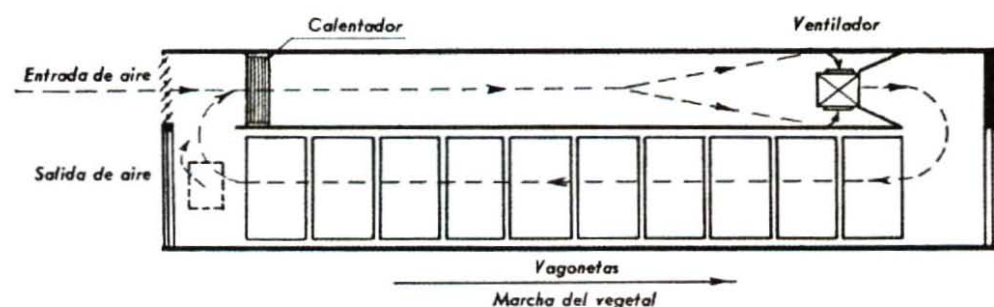
En la construcción de un deshidratador hay que procurar mantener la presión del aire a través de la cámara, evitando los ángulos rectos y las angosturas de sección. Otra causa de la pérdida de presión la constituyen los continuos cambios de velocidad y de dirección del aire. El producto a deshidratar y la carga de las bandejas influyen también en la caída de presión; la primera por fricción y la segunda por estrechamiento.

La pérdida de presión del aire, cuando éste atraviesa las bandejas o carros al final de la cámara, no son tan grandes como cuando las atraviesa en su comienzo, ya que los productos se encogen con la deshidratación y poco a poco va dejando más espacio libre para la circulación del aire.

8.3. Diseño de un deshidratador artesanal

Los sistemas de secado artificiales convencionales se desarrollan en recintos cerrados dentro de los cuales se establecen climas artificiales más cálidos y secos. Los recintos en donde se lleva a cabo el secado como ya se ha explicado anteriormente se conocen como hornos o cámaras de secado y cuentan con ventiladores, sistema de calefacción, control de temperatura y humedad relativa del aire.

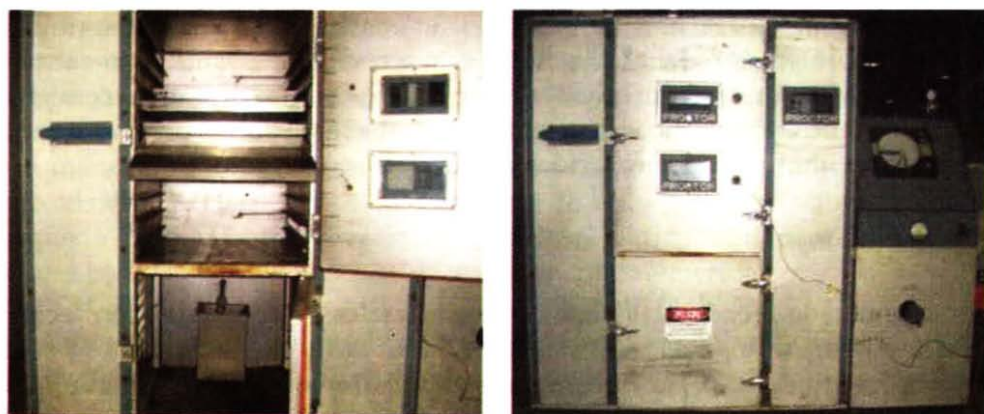
En el secado artificial se distinguen dos formas principales, de acuerdo a las características de las instalaciones, como son: los secadores progresivos o de túnel (Figura 26) y los secadores discontinuos o de tiro natural (Figura 27).



Fuente: Pistono, 1955

Figura 26. Esquema de un deshidratador continuo o túnel a contracorriente.

Los costos directos del secado artificial en hornos o cámaras son al principio mucho más altos que los del secado al aire, ya que a la elevada inversión en instalaciones y equipos hay que agregar los costos de funcionamiento en combustibles, electricidad y supervisión. Sin embargo, la rapidez del secado, la reducción de los inventarios de productos, la independencia de las condiciones climáticas y la calidad final del producto seco, compensan favorablemente los costos del proceso artificial.



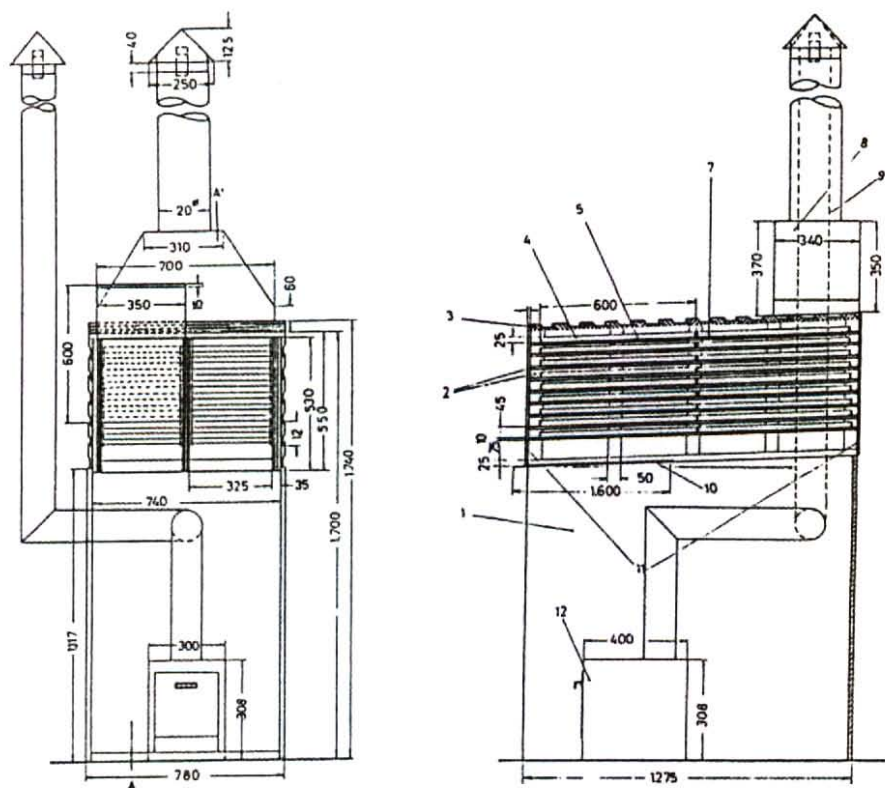
Fuente: Zenteno, 2005

Figura 27. Izquierda: Vista externa horno discontinuo. Derecha: Vista interior horno discontinuo.

Como se puede observar, lamentablemente por el nivel de inversión que se requiere para la instalación de estos equipos, los recolectores de hongos no pueden acceder a ellos, razón por la cual se han generado variadas iniciativas tendientes a desarrollar sistemas artificiales de bajo costo basados en los equipos industriales. La finalidad de estas, es permitirles a muchas comunidades campesinas que no cuentan con los recursos mínimos para subsistir, contar con un deshidratador artificial de tipo artesanal que permita secar aquellos productos de mayor producción y guardarlos para su posterior consumo fuera de la estación y en muchos casos incluso comercializar parte del producto para incrementar los ingresos del grupo familiar.

8.3.1 Descripción y funcionamiento

En la figura 28 se puede observar el plano de un deshidratador de tipo artesanal, con todas las especificaciones técnicas y en la figura 29 una vista externa del mismo donde se aprecian sus características y tamaño (Cifuentes y Betancourt, 1989).



Fuente: Cifuentes y Betancourt. 1989

Figura 28. Esquema vista frontal y lateral de equipo deshidratador artesanal

El calor es generado por un calefactor, que puede ser una estufa de uso domiciliario. En el fondo de los túneles de secado hay dos compuertas regulables (10) que permiten controlar el paso del aire caliente hacia los productos que se está procesando.

Cuadro 9. Descripción de los componente

Plano	Componente	Cantidad	Material	Observación
1	Cámara inferior	8	Masisa	5"
2	Soportes interiores	5	Pellín	1" x 2"
3	Forro	1	Pino	4"
4	Bandejas	32	Raulí	
5	Listones	27	Pellín	10 x 1275mm
6	Clavos	1/2 kg	Metal	2" 1/2"
7	Malla	9 m	Plástica	
8	Cámara 1 Zinc			
9	Chimenea humos	2	Zinc	
10	Compuertas inferiores	4	Fe. galvanizado	
11	Compuertas frontales	4	Fe. galvanizado	
12	Calefactor	1		Estufa

Fuente: Cifuentes y Betancourt. 1989.

El aire caliente saturado de vapor escapa por la chimenea rectangular (8) mientras que los gases, producto de la combustión lo harán por la chimenea de humos (9).

El operador deberá familiarizarse con el equipo para obtener un buen producto, esto hace recomendable subir lentamente la temperatura en los túneles hasta llegar a la de deshidratado. Una brusca entrega de calor al inicio del proceso puede dañar los productos.

Cuadro 10. Características técnicas del equipo

Característica	Cantidad
Nº de túneles	2
Nº bandejas por túnel	16
Nº total de bandejas	32
Dimensión de las bandejas	0,30 x 0,60 m
Superficie por bandeja	0,18 m ²
Capacidad máx. de producto fresco	10 kg/m ²
Capacidad de carga por bandeja	1,6 kg
Capacidad de carga total	51 kg

Fuente: Cifuentes y Betancourt. 1989.



Ventajas

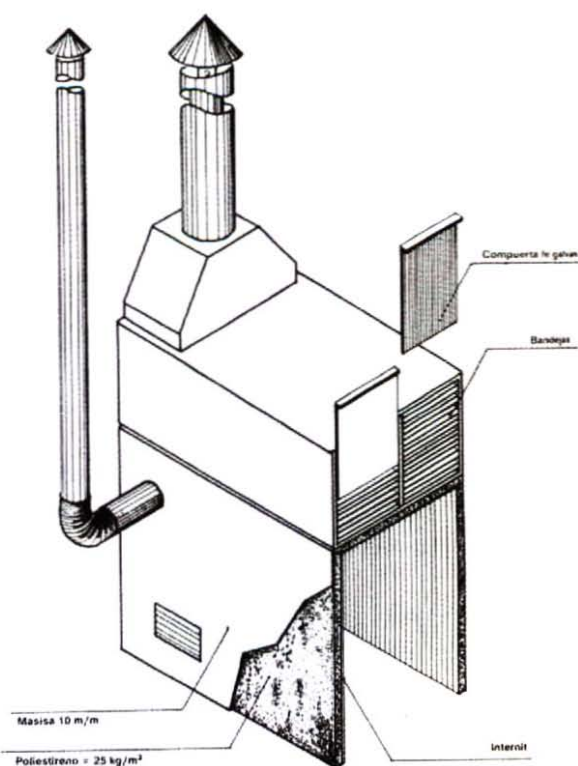
Una ventaja importante de destacar en el diseño, son los bajos costos en que incurriría para la adquisición de los materiales sin tener que recurrir a mano de obra especializada.

El deshidratador permite someter los productos al secado en el mismo lugar y en cualquier época del año independiente de las condiciones climáticas.

Debido a que los productos agrícolas en general y los hongos en particular, requieren sólo temperaturas moderadas (inferiores a 60°C) hace que las temperaturas generadas por este equipo sean suficientes para obtener resultados satisfactorios.

La característica general de las zonas rurales del sur de nuestro país, permite contar con un suministro seguro de leña y/o desechos forestales, disponiendo así de energía calórica de bajo costo.

Las especificaciones del diseño del equipo, permite que las personas interesadas lo construyan por sus propios medios, sin tener que recurrir a mano de obra especializada y más aún hacer las transformaciones que estime con la finalidad de mejorar el funcionamiento, procurando mantener las líneas generales del diseño original.



Fuente: Cifuentes y Betancourt 1989

Figura 29. Esquema vista exterior deshidratador



9. Bibliografía

- Chung, P. 2005. Guía de Campo: Principales Hongos Micorrízicos Comestibles y No Comestibles Presentes en Chile. Concepción, Chile. 26 p.
- Cifuentes, R. y Betancourt, R. 1989. Deshidratador de productos frutícolas y hortícolas con calor aportado por biomasa. Chile Agrícola, 14 (151): 394 - 396.
- CODEX. 1981. Codex Alimentarius. Norma general del Codex para los hongos comestibles y sus productos. CODEX STAN 38 - 1981. <http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=en>
- Deschamps, J. 2002. Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor gastronómico. Documento de trabajo N° 86, Área de Estudios Agrarios, Universidad de Belgrano. Buenos Aires, Argentina.
- FAO. 1998. Productos Forestales No Madereros. Serie Forestal N° 10. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Dirección de Productos Forestales, Roma. Santiago, Chile. 65 p.
- Fundación Chile - INFOR. 2004. Productos forestales no madereros, experiencias de incorporación de valor agregado en Chile. Publicación del proyecto "Innovación tecnológica y comercial para productos forestales no madereros en Chile". Santiago, Chile. B y B Impresores. 124 p.
- Garfias, R., Carmona, R., Barros, D., Cabellos, J.A., y Baldini, A. 1995. Informe de Países. Chile. Consulta de Expertos sobre Productos Forestales No Madereros para América Latina y el Caribe. Memoria-congreso. FAO/ RLC. Santiago. pp: 200 - 208.
- Hawksworth, L. 1997. The critical role of fungi in the conservation of biodiversity. In: VI Congreso Nacional de Micología (memorias). IX Jornadas Científicas. UNACH- Sociedad Mexicana de Micología Tapachula, Chiapas. 5-6 p.
- INN. 1969. Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena. NCh 530 Of69. Hongos Comestibles Deshidratados - Especificaciones.

- INFOR-Fundación Chile. 2003. Boletín divulgativo N°5: *Suillus luteus* (L. ex Fr.) S. F. Gray. *Boletus luteus* L. Callampa del Pino, *Boletus*. Proyecto Fondef (D00I1041) "Innovación Tecnológica y comercialización de productos forestales no madereros".
- INFOR-Fundación Chile. 2003. Boletín divulgativo N°6: *Lactarius deliciosus* (L. ex Fr.) S. F. Gray. Callampa Rosada, *Lactario*, *Rubillón*. Proyecto Fondef (D00I1041) "Innovación Tecnológica y comercialización de productos forestales no madereros".
- INFOR-Fundación Chile. 2003. Boletín divulgativo N°7: *Morchella* spp. St. Amans. *Morchela*, *Pique*, *Choclo*, *Poto*, *Morilla*. Proyecto Fondef (D00I1041) "Innovación Tecnológica y comercialización de productos forestales no madereros".
- Ministerio de Salud. 1996. DTO - 977, 1996. DTO - 155, 2003. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Ministerio de Salud de Chile. Biblioteca Nacional. Chile.
- Oxfam y Taller de Acción Cultural (TAC). 2003. Recolectoras de Frutos Silvestres. Arancibia Hnos. y Cia. Ltda. Santiago, Chile. 135 p.
- Parrague, P. 1986. Producción y Grado de Agregación del Hongo *Suillus luteus* (L. ex Fr.) S. F. Gray en Plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* D. Don, en la Comuna de Mulchén, VIII Región. Universidad de Chile. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. Depto. de Silvicultura y Manejo. Escuela de Cs. Forestales. Santiago. Chile. 121 p.
- Pistono, J. 1955. Desecación de los productos vegetales. Octava edición. Barcelona, España. Reverté. 258 p.
- Pognat, C. 2001. Estudio de la comercialización de los productos forestales no madereros en la zona de amortiguación de la Reserva Nacional Malleco y propuestas de alternativas para su manejo. Universidad de París XII - Val de Marne. 71 p.
- Sepúlveda, L. 1992. Producción y comercialización de hongos deshidratados. *El Campesino* N° 12: 28 - 31 pp.
- Sermarnat. 2005. Especies con Usos No Maderables en Bosques de Encino, Pino y Pino-Encino. México. 5 Septiembre de 2005.
<<http://www.semarnat.gob.mx/pfnm>>.

- Valenzuela, E. 1995. Hongos Superiores silvestres Comestibles Autóctonos y Alóctonos Recolectados en la X Región de Chile. Convenio JICA - UACH. Informe de Convenio. Informe Final. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias. Instituto de Microbiología. Valdivia - Chile.
- Zenteno, A. 2005. Procesamiento de hongos silvestres. En: Taller Hongos Micorrícicos Comestibles (29 de abril de 2005, Concepción, Chile). Presentaciones. Concepción, Chile, INFOR - Sede Bío Bío. 5 p.





INFOR

Instituto Forestal

Visite nuestra página Web
<http://www.infor.cl>

Oficina La Serena (Chile)
Colina San Joaquín s/n
La Serena
Fono: (56-51) 22 32 90
Fax: (56-51) 88 70 60

Sede Centro Norte (Chile)
Huérfanos 554
Casilla 3085
Santiago
Fono: (56-2) 693 07 00
Fax: (56-2) 638 12 86

Sede Bío Bío (Chile)
Camino a Coronel Km. 7,5
Casilla 109 C
Concepción
Fono/Fax: (56-41) 74 90 90

Sede Los Lagos (Chile)
Fundo Teja Norte
Casilla 385
Valdivia
Fono: (56-63) 21 14 76
Fax: (56-63) 21 89 68

Sede La Patagonia (Chile)
Baquedano 645
Coyhaique
Fono: (56-67) 23 47 04
Fax: (56-67) 23 35 85

Sede Austral (Chile)
Quillota 869
Punta Arenas
Fono: (56-61) 22 63 39
Fax: (56-61) 22 63 35