

Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



HONGOS / HONGOS COMESTIBLES



Resultados y Lecciones en

Cultivo de Hongo Gargal

Proyecto de Innovación en
VIII Región del Biobío



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en **Cultivo de Hongo Gargal**



**Proyecto de Innovación en
VIII Región del Biobío**

Valorización a diciembre de 2008



Agradecimientos

En la realización de este trabajo agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto de cultivo del hongo *Grifola gargal* y a los participantes en las entrevistas, en especial a:

- Andrés France I., investigador del Centro Regional de Investigación Quilamapu – INIA.
- Patricio Chung G., investigador y director alterno del proyecto INNOVA CHILE “Centro Tecnológico de la Planta Forestal”, INFOR, VIII Región del Biobío.
- Jacqueline Ruz, directora de desarrollo del Laboratorio Knop.

Resultados y Lecciones en **Cultivo del Hongo Gargal**

Proyecto de Innovación en la VIII Región del Biobío

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 185.665
ISBN N° 978-956-328-023-4

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Fernando Cartes M. y Marcela Salinas B. – Cartes y Le-Bert Cía. Ltda.
(Capablanca Consultores Ltda.)

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

Francisca Fresno y Gabriela Casanova - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Gisela González Enei

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes.....	5
2. Objetivo del documento.....	6
3. Perspectivas del mercado	7
3.1. Mercado internacional	8
3.2. Mercado nacional	12
3.3. Alimentos funcionales	15
4. Alcances y desafíos del cultivo y comercialización del hongo gargal	21
5. Claves de viabilidad.....	22
6. Asuntos por resolver.....	24
Sección 2. El proyecto precursor	25
1. El entorno económico y social.....	25
2. El proyecto.....	25
2.1. Evaluación de las condiciones de cultivo y producción de gargal.....	26
2.2. Evaluación de las propiedades físico químicas del gargal	28
2.3. Validación del método de producción comercial de gargal.....	29
2.4. El modelo de gestión.....	29
2.5. La asesoría.....	30
3. Los productores del proyecto hoy	30
Sección 3. El valor del proyecto	31
ANEXOS	
1. Fichas técnicas del proceso de producción artificial del hongo gargal.....	34
2. Costos de producción artificial del hongo gargal.....	37
3. Literatura consultada.....	38
4. Documentación disponible y contactos.....	40



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas sobre el cultivo del hongo gargal, a partir de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en este “documento de aprendizaje”,¹ aporte a los interesados elementos que les permitan adoptar decisiones productivas y, potencialmente, desarrollar iniciativas relacionadas con este tema.

► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este documento han sido desarrollados a partir de las experiencias y lecciones aprendidas de la ejecución del proyecto (“proyecto precursor”²) “Desarrollo del cultivo del hongo silvestre gargal, *Grifola gargal*, y sus alternativas de procesamiento comercial”. El proyecto fue financiado por FIA y ejecutado por la Estación Experimental Quilamapu del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en asociación con la Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola; tuvo una duración de 36 meses y comenzó en enero de 2005.

Su objetivo fue domesticar la especie nativa *Grifola gargal*, evaluar sus posibilidades de producción comercial e investigar las perspectivas de procesamiento industrial, a fin de contribuir a diversificar la oferta de hongos comestibles existentes en el país.

El gargal pertenece al mismo género del hongo conocido como maitake o hen of the woods (*Grifola frondosa*), que muestra una gran aceptación en los mercados europeos y japoneses debido a características como: delicado sabor, que lo hace atractivo para el mercado gourmet; valor nutritivo (27% de proteína y altos contenidos de vitaminas), y sus propiedades medicinales como antioxidante y antitumoral. A diferencia de otras especies del género *Grifola* conocidas y cultivadas en el mundo (*G. frondosa* y *G. umbellata*), el gargal es un hongo saprófito que crece en altura, en árboles muertos o sus partes muertas, es blanco y tiene un agradable aroma a anís.

¹ “Documento de aprendizaje”: análisis de los resultados de iniciativas y proyectos con bajo potencial de aplicación inmediata por otros usuarios, pero con resultados valiosos y orientadores. Este documento conlleva las oportunidades y los desafíos pendientes por abordar, y/o las limitantes que quedan por superar en las opciones analizadas.

² “Proyecto precursor”: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar este documento que se da a conocer. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

Este hongo se consume preferentemente cocido, crece en bosques nativos de la zona centro sur de Chile (en especies del género *Notophagus*) y se comercializa en fresco y en pequeñas cantidades, durante el invierno, en ferias libres entre las regiones del Biobío y de Aysén. Su producción proviene sólo de la recolección, ya que no se cultiva comercialmente en el país.

En general, los hongos comestibles proporcionan proteínas de alta calidad, son ricos en fibras, minerales y vitaminas, y presentan un bajo contenido de grasa cruda, con una alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados en relación con los ácidos grasos totales. Estas propiedades han contribuido a que sean reconocidos tradicionalmente en Asia como alimentos saludables y han dado un gran impulso a su consumo por parte de la población europea y norteamericana consciente de la importancia de mantener una dieta saludable (Pauli [en línea]). Ello se ve reflejado en el aumento mundial del consumo de hongos cultivados y silvestres en las últimas décadas, tendencia que, según la International Society for Mushroom Science de Inglaterra, debiera mantenerse en la medida en que crezca la preferencia por productos saludables y ricos en proteínas.

En este sentido, y con el fin de contribuir a ampliar la oferta de hongos comestibles, es importante sistematizar la información y lecciones aprendidas en el proyecto precursor, especialmente en lo que se refiere al análisis de la factibilidad de su cultivo, así como en el establecimiento de las principales limitaciones que enfrenta en el corto y mediano plazo.

► 2. Objetivo del documento

Los resultados del proyecto precursor generan una experiencia valiosa en las líneas de investigación propuesta; por lo tanto, el objetivo del presente documento es extraer y sistematizar las lecciones aprendidas, a fin de analizar las perspectivas del cultivo del gargal, ya sea para su uso como hongo comestible o por su uso potencial como alimento funcional,³ junto con evaluar sus principales limitaciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto precursor, el cultivo artificial del gargal para consumo en fresco no resultaría un negocio atractivo, debido a la baja productividad que se obtuvo en condiciones artificiales y a los altos requerimientos de temperatura y humedad.

Sin embargo, los resultados también permitieron concluir que el gargal posee un potencial interesante como antioxidante natural, por lo que podría utilizarse en la industria alimentaria o con fines medicinales, donde la forma y el peso de los cuerpos frutales deja de ser importante y la agregación de valor puede absorber o solventar la inversión y los mayores costos de producción (Anexo 2) con relación a los hongos silvestres. En este sentido, las lecciones aprendidas indican que la estrategia de implementación, más que estar orientada a diseñar un plan de negocios centrado en el cultivo artificial del gargal, debiera abocarse primero a establecer las reales perspectivas de este hongo como alimento funcional.

³ Alimento funcional, alimento de diseño y alimentos nutraceuticos son expresiones que se usan para referirse a alimentos e ingredientes de alimentos aislados que proporcionan determinados efectos fisiológicos beneficiosos para la salud, distintos a los efectos nutricionales. Los alimentos funcionales proporcionan una protección frente a las enfermedades más comunes, incluidas las cardiovasculares y los trastornos digestivos (Silla, 2004; ver 3.3 en este documento).



► 3. Perspectivas del mercado

El gargal es un hongo nativo que se produce en forma silvestre en la zona centro sur de Chile y sur de Argentina. Es poco conocido en el país, su consumo es local y está restringido a las zonas donde se produce; por esta razón no existe información de mercado y de producción que permita analizar sus perspectivas en el corto y mediano plazo, por lo que el análisis que se entrega a continuación se refiere al mercado de los hongos comestibles en general.

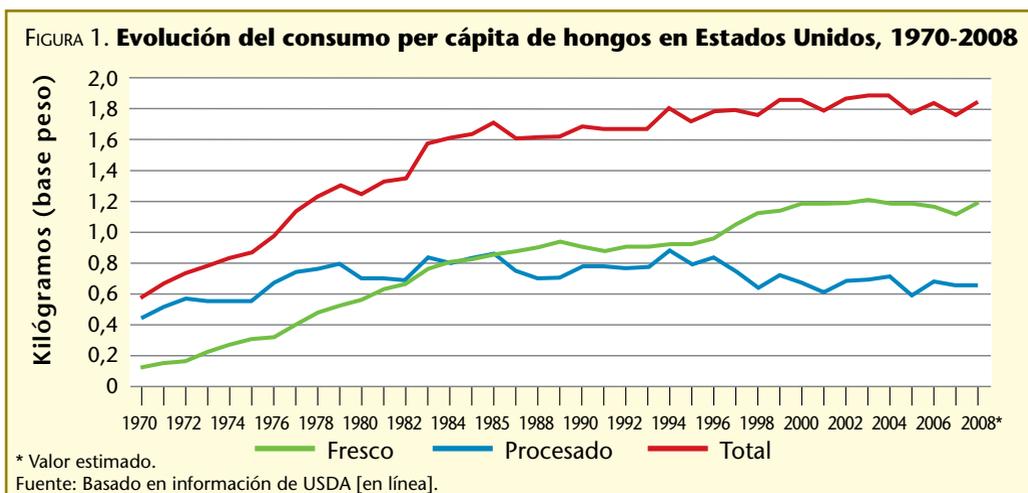
En términos globales, el consumo de hongos comestibles ha aumentado en los últimos años, principalmente porque se consideran alimentos sanos dado su valor nutricional. Sin embargo, un gran número de especies de hongos no son solamente comestibles y nutritivos, sino también poseen cualidades tónicas y medicinales, lo que se ha traducido en el desarrollo de productos farmacéuticos y nutracéuticos que han tenido aceptación en el mercado; ello ha proporcionado un estímulo adicional a la demanda de hongos y, por ende, a su producción a nivel mundial (Pauli, G. [en línea]). Esto es consecuencia del creciente interés de los consumidores por la seguridad y calidad de los alimentos que ingieren, ya que las nuevas tendencias revelan una clara preferencia hacia el consumo de productos naturales y saludables (Pelayo, 2008).

La principal especie de hongo comestible que se cultiva en el mundo es el champiñón común (*Agaricus bisporus*). Sin embargo, desde la década de los años ochenta ha experimentado un desarrollo favorable el cultivo de otras especies de "exóticas",⁴ como el hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), el shiitake (*Lentinula edodes*) y el maitake (*Grifola frondosa*), debido a las propiedades nutricionales y medicinales que se les atribuye. En el mercado se destaca el alto contenido de vitaminas y minerales, buen sabor y textura suave; además, se reconoce la capacidad de mejorar el funcionamiento del sistema inmunológico, reducir el colesterol y ser útil en el tratamiento de tumores cancerígenos (Díaz y Ortiz, 2001).

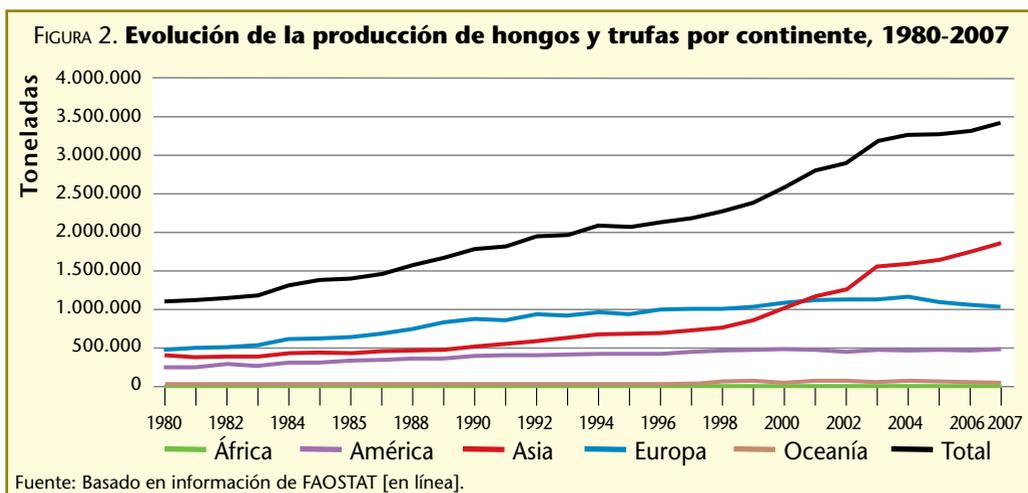
⁴ Todas aquellas especies de hongos comestibles distintos del champiñón común (Medina [en línea]).

3.1 Mercado internacional

Los hongos comestibles se comercializan en estado fresco y también procesados (conservas, congelados y deshidratados), los cuales difieren en precios y cadena de distribución. Sin embargo, la tendencia en los principales mercados es a consumirlos en estado fresco, sin procesar (Díaz y Ortiz, 2001); por ejemplo, en Estados Unidos el consumo per cápita entre los años 1970 y 2008 ha aumentado en un 925%, a diferencia de un 150%, correspondiente a los hongos procesados (Figura N°1). Las estimaciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) indican que, para el año 2008, el consumo per cápita de hongos frescos en ese país alcanzaría 1,17 kg, mientras que el de hongos procesados sólo 0,65 kg, ambos medidos sobre la base de peso fresco.



De acuerdo a la información de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en 2007 la producción mundial de hongos y trufas⁵ alcanzó un poco más de 3,4 millones de toneladas, lo que equivale a un aumento de 210% respecto de la producción del año 1980. La Figura 2 muestra la evolución de la producción de hongos por continente entre los años 1980 y 2007; se observa que el mayor crecimiento se ha concentrado en Asia, cuya producción explica el 63,4% del aumento de la producción mundial de hongos en este período, mientras que el 24,6% corresponde a Europa, el 9,8% a América y el 2,2% restante a Oceanía y África.

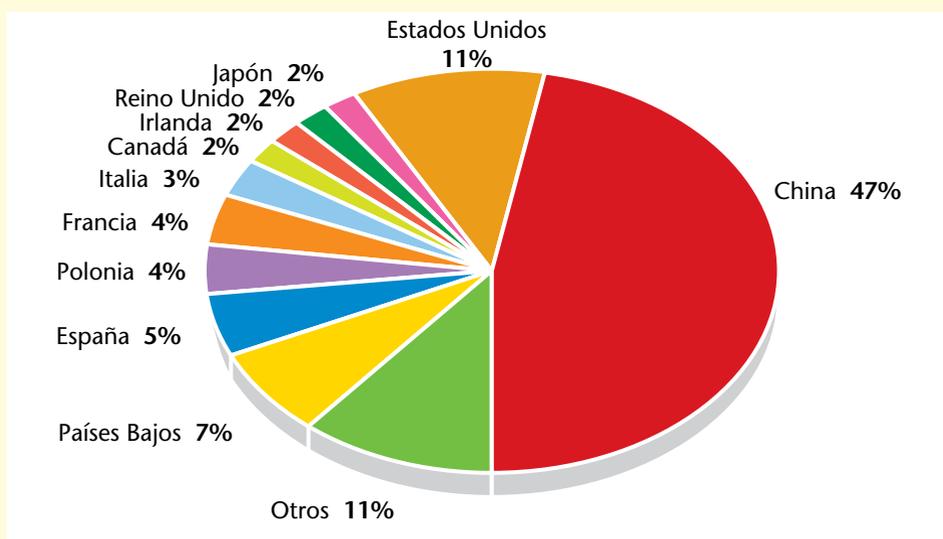


⁵ La información disponible en la base de datos de FAO (FAOSTAT) no permite separar entre hongos y trufas.

Por otra parte, al analizar las tasas mundiales anuales de crecimiento de la producción de hongos y trufas en el mismo período de tiempo, se observa un comportamiento distinto entre lo que ha ocurrido en Asia y en el resto de los continentes. En Asia se observa un crecimiento sostenido de la producción entre mediados de la década de los años noventa e inicios de 2000, que ha coincidido con la implementación de nuevas tecnologías que facilitan la producción intensiva, esto es, mayor producción en extensiones de tierra cada vez menores (SIM [en línea]). En Europa y América, aunque en ambos casos la producción creció durante las décadas de los años ochenta y noventa, en el período 2000-2007 las tasas de crecimiento anuales fueron principalmente negativas, sobre todo en Europa en los años 2005, 2006 y 2007, cuando la producción decreció 3,9, 4,3 y 1,3%, respectivamente, con relación a la producción de los años anteriores. Por su parte en América, que durante la mayor parte del período presentó tasas de crecimiento negativas, la producción de hongos creció el año 2007 en un 1,7% respecto del año anterior.

En la Figura 3 se observa que los principales países productores de hongos en el año 2007 fueron China y Estados Unidos, con el 47 y 11% de la producción mundial de hongos y trufas respectivamente, seguidos por los Países Bajos, España, Polonia, Francia, Italia, Canadá, Irlanda, Reino Unido y Japón.

FIGURA 3. Participación por países en la producción mundial de hongos y trufas, 2007



Fuente: Basado en información de FAOSTAT [en línea].

La producción de hongos en China creció un 20% el año 2000 respecto de 1999, y un 6,7% en 2006 y 2007 respecto los años inmediatamente anteriores, a diferencia de Estados Unidos, principal país productor del continente americano, cuya producción creció sólo un 1,6% durante el período 2000-2007, producto del leve crecimiento de los años 2002, 2003 y 2007; no obstante, las ventas han aumentado y la última temporada fue un 7% mayor que la anterior.

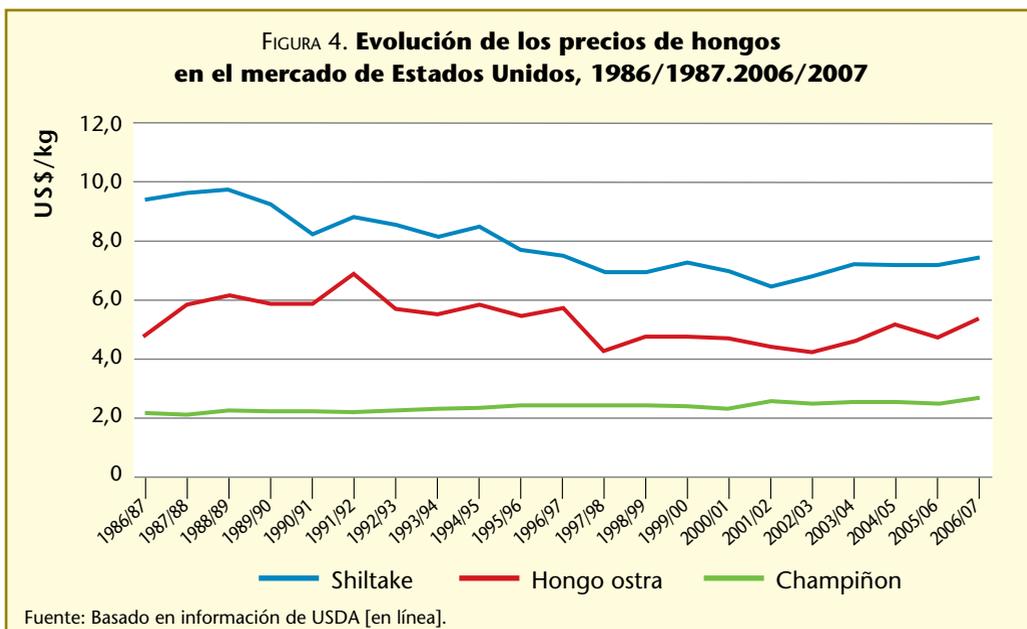
Las principales especies de hongos comestibles que se comercializan en Estados Unidos pertenecen al género *Agaricus*, cuyas ventas en la temporada 2006/2007 crecieron un 8% respecto de la temporada anterior, de los cuales, el 76% se destinó a la producción para consumo en fresco.

Las ventas de las especies exóticas se han mantenido prácticamente constantes en las dos últimas temporadas, con un precio promedio pagado a productor de US\$ 6,97/kg en la temporada

2006/2007, es decir, 5% superior al precio de la temporada anterior. En el caso específico del shiitake, su producción disminuyó un 14,3% y el precio aumentó 3,4; la producción del hongo ostra aumentó 4,1% y su precio 12,1 respecto de la temporada 2005/2006.

En los últimos años, la tendencia ha sido comercializar este tipo de hongos en el mercado minorista, sin embargo, se espera que en el futuro la producción y consumo de hongos exóticos aumente, y que su precio a consumidor disminuya producto del avance en las tecnologías de producción (Burden, 2004).

En la Figura 4 se detalla la evolución de los precios de los hongos champiñón, ostra y shiitake en Estados Unidos desde la temporada 1986/1987; los precios de los dos primeros muestran una tendencia a aumentar en los últimos años, mientras que el del shiitake, ha disminuido desde la temporada 1988/1989, año en el cual alcanzó su mayor precio en los últimos 20 años.

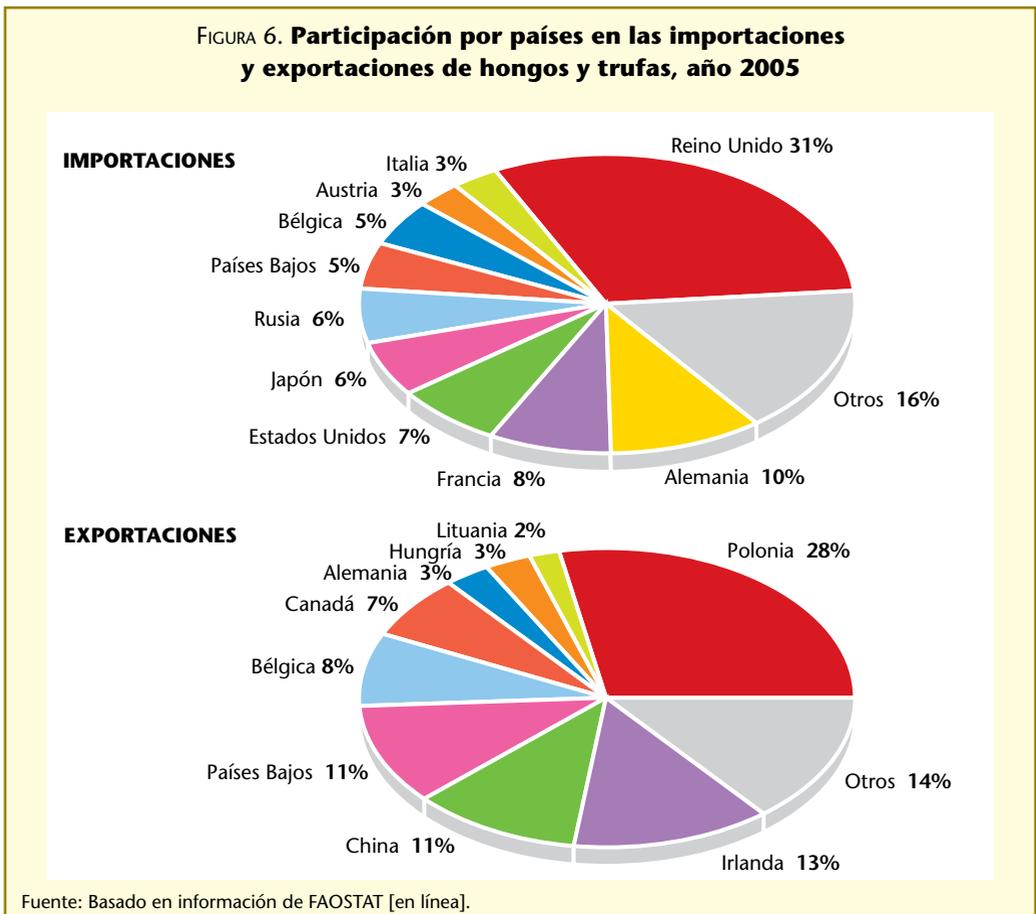


La venta de hongos orgánicos en Estados Unidos, durante la temporada 2006/2007, representó sólo el 1% del total de ventas de hongos del país; sin embargo, la producción orgánica es una tendencia que va en aumento, lo que quedó demostrado en la última temporada, cuya producción vendida creció un 312% respecto de la temporada anterior. Cabe destacar que los productores de hongos orgánicos de Estados Unidos representan el 14% del total de productores de hongos del país.

Con relación al comercio mundial de hongos, la Figura 5 muestra la evolución de las importaciones y exportaciones (incluidas las trufas), durante el período 1990 - 2005. Se aprecia un aumento sostenido en el tiempo, consecuencia del aumento de la demanda de estos productos. Durante el período, las importaciones crecieron a una tasa promedio anual de 9,7% y las exportaciones a 10,2. En 2005 las importaciones totalizaron 430.000 toneladas (US\$ 1.165 millones) y las exportaciones 404.000 (US\$ 1.119 millones).



La Figura 6 muestra la participación de los países en las importaciones y exportaciones de hongos y trufas durante el año 2005. El principal importador es el Reino Unido, seguido por Alemania, Francia, Estados Unidos, Japón y Rusia, mientras que los principales países exportadores son Polonia, Irlanda, China y los Países Bajos.



3.2 Mercado nacional

En general, la producción de hongos comestibles en Chile se ha centrado principalmente en la recolección de especies silvestres, principalmente de los géneros *Boletus*, *Lactarius* y *Morchella*, entre otros. Así, Chile se ha perfilado como uno de los mayores exportadores mundiales de hongos silvestres, después de China y Polonia.

Esta actividad es la más importante relacionada con la explotación, procesamiento y comercialización de productos forestales no madereros (PFNM) en el país. Se estima que participan alrededor de 40 mil personas entre las regiones de Valparaíso y de Magallanes, quienes se dedican a la recolección y/o procesamiento, y más de 35 empresas exportadoras, concentradas entre las regiones del Maule y de Los Lagos (Cisterna [en línea]).

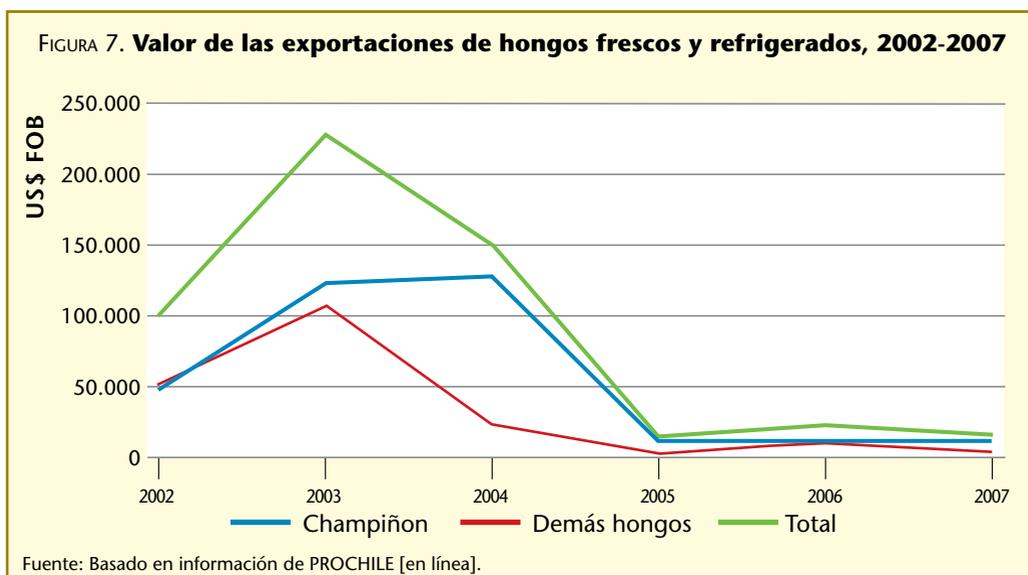
Las principales especies de hongos silvestres recolectadas que se exportan son la callampa del pino oscura (*Suillus luteus*) y la del pino clara (*Boletus granulatus*); las especies que se comercializan preferentemente deshidratadas, en salmuera o congeladas en trozos son:

- callampa rosada (*Lactarius deliciosus*), preferentemente en fresco o en salmuera;
- colmenilla (*Morchella conica*), casi exclusivamente deshidratada y se exporta preferentemente a los mercados de Francia, Bélgica y Alemania;
- hongo chicharrón (*Gyromitra antarctica*), sólo deshidratado a los mercados europeos.

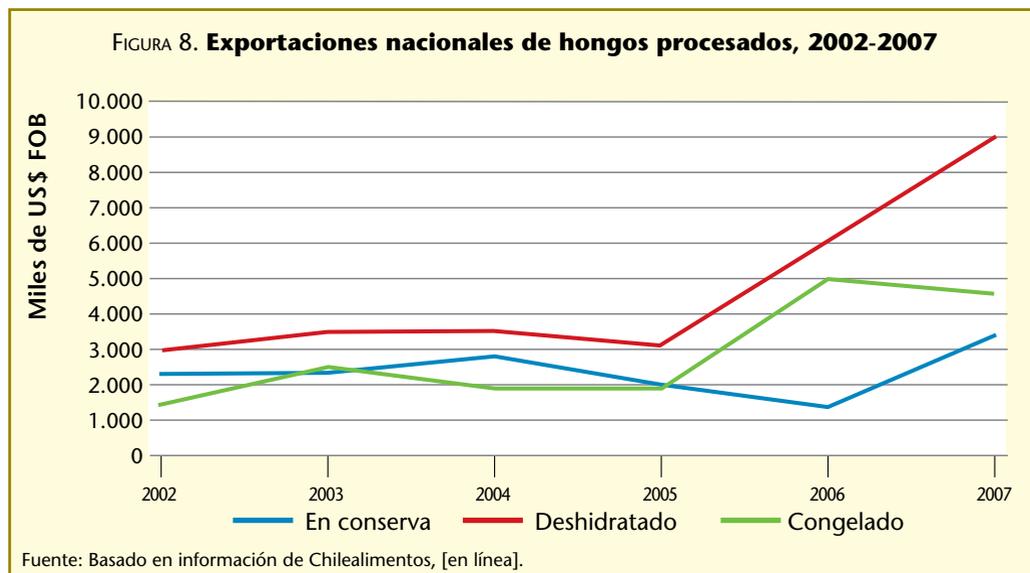
En el mercado interno se comercializan los dihueños, quideños y piñatras (*Cyttaria* spp.), changle (*Ramaria* sp.), loyo (*Boletus loyo*) y gargal (*Grifola gargal*); este último se comercializa preferentemente fresco o en salmuera y se considera de mejor calidad que *Suillus* y *Boletus*, dadas sus propiedades organolépticas (Cisterna, *op. cit.*). Su venta se restringe a los mercados locales de la zona de producción y no se encuentra en supermercados ni tiendas especializadas. El precio de venta durante la última temporada fluctuó entre \$ 3.000 y \$ 4.000/kg.

Las principales especies de hongos cultivados en Chile corresponden al champiñón y, últimamente, el shiitake y hongo ostra.

El valor de las exportaciones de hongos frescos o refrigerados ha tendido a decrecer en el período 2002 – 2007, desde US\$ 99.700 FOB a 15.200, es decir, un 84,7% (Figura 7).



La Figura 8 muestra la evolución de las exportaciones de hongos procesados durante el período 2002 – 2007 que aumentaron, a diferencia de los hongos frescos. El mayor incremento se registró en los valores y cantidades de los hongos deshidratados: desde 3.000 toneladas en 2002, a 8.900 toneladas en 2007.



Chile es un importante proveedor de hongos de la Unión Europea y de Estados Unidos. Sin embargo, los precios son inferiores a los productos de otros orígenes, debido a que la mayor parte corresponde a hongos silvestres cuya calidad, productividad y volúmenes para exportación dependen de factores que escapan del control de los proveedores, tales como condiciones climáticas (sequía, bajas o altas temperaturas, exceso de lluvias), fenología y fisiología de la especie arbórea, y otros factores de manejo del bosque. Todos éstos contribuyen a generar setas de menor tamaño y de aspecto poco apetecible (deformes), y también afectan la cantidad de cuerpos frutales que se pueden recolectar.

En contraposición se encuentran los cultivos semiindustriales e industriales de hongos comestibles, cuyas condiciones controladas aseguran una calidad y cantidad de producto en forma constante y acorde a las exigencias del mercado (CONICYT, 2002).

Con relación al mercado interno, el consumo per cápita de hongos en Chile es de 200 gr/año, aproximadamente, bastante inferior al de Estados Unidos que en los últimos siete años alcanzó un valor promedio de 1,17 kg/habitante/año (USDA [en línea]). Sin embargo, el consumo ha ido en aumento durante los últimos años, producto de su comercialización en el mercado minorista y de los menores precios de venta al público (Cordero [en línea]).

La cadena de comercialización

La cadena de comercialización de los hongos silvestres se caracteriza por la participación de cuatro actores:

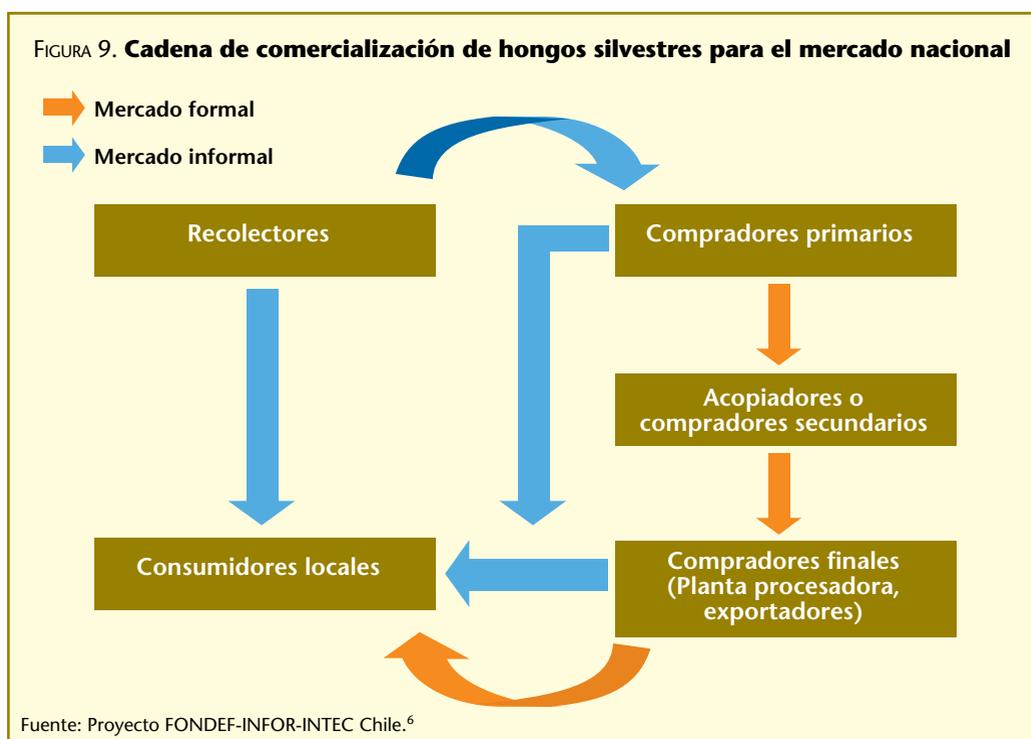
- recolectores o productores
- intermediarios o compradores primarios
- acopiadores
- empresas procesadoras

No obstante, en algunas ocasiones el mismo recolector vende sus productos a consumidores finales en la ciudad o centros poblados.

La actividad de extracción o recolección de hongos tiene una gran relevancia desde el punto de vista social, debido a que sólo puede realizarse a mano, en la que participan grupos familiares, fundamentalmente familias campesinas. Por lo general, los recolectores planifican sus salidas y conocen rutas y lugares específicos de colecta por especie de hongo y para cada temporada, con lo cual mejoran sus rendimientos de recolección. Las épocas de colecta de cada hongo son variables, dependen de las condiciones climáticas del año y de la especie a coleccionar.

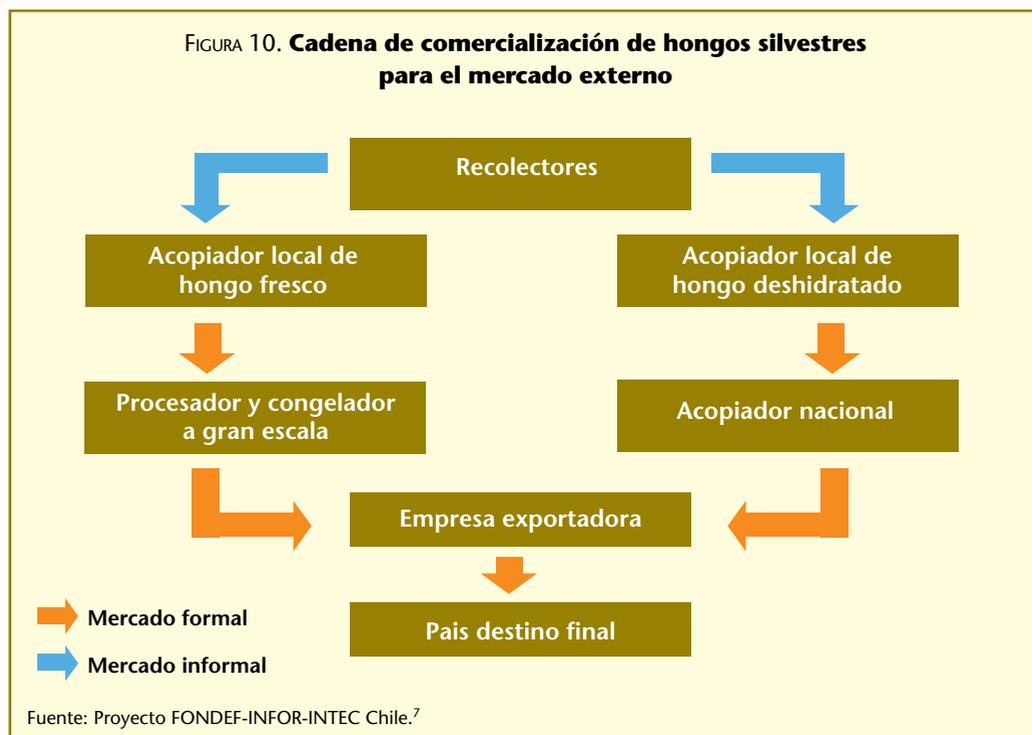
El proceso de comercialización interno de hongos silvestres generalmente se caracteriza por la existencia de canales de comercialización informales, los que se presentan en forma esporádica y en cualquier etapa del proceso.

La Figura 9 muestra esquemáticamente el proceso de comercialización interno de hongos silvestres, los agentes involucrados y la dirección de los flujos de comercialización.



El proceso de comercialización en el mercado externo consiste, básicamente, en la continuación del proceso interno y se incorpora la empresa exportadora y el país de destino del producto. En el caso de los hongos en que la producción va dirigida casi exclusivamente a la exportación, con excepción de un pequeño mercado nacional (como es el caso de la morcella), los recolectores pueden secar su producto y venderlo a un acopiador de hongos deshidratados (Figura 10).

⁶ Innovación tecnológica y comercial de productos forestales no madereros en Chile. Mercado y comercialización de productos forestales no madereros. [En línea] <http://www.agroforesteria.cl/menu/links/Links_proyectos_INFOR/Instituto%20Forestal%20de%20Chile%20INFOR%20Pagina%20Principal7.htm> [Consulta: diciembre, 2008]



En lo que respecta al gargal, sólo se comercializa en el mercado interno esporádicamente desde la Región del Biobío al sur, sin desarrollo de canales de comercialización ni productos con valor agregado. Esta especie tiene relevancia localmente, ya que forma parte de la dieta familiar de los recolectores (generalmente pequeños agricultores y familias campesinas de la precordillera y cordillera) y también porque su comercialización les permite aumentar los ingresos familiares.

3.3 Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales se definen como una nueva gama de alimentos procesados que contienen compuestos biológicamente activos y que al ser incluidos en las dietas alimentarias del ser humano, ofrecen beneficios para la salud o efectos fisiológicos deseables, más allá de los proporcionados por la nutrición básica.

Aunque la definición de alimento funcional todavía no cuenta con un consenso total entre los especialistas, ni es plenamente coincidente en los distintos marcos normativos, en general se considera que un alimento es funcional o “producto de diseño” cuando las pruebas científicas avalan que su consumo frecuente previene o resuelve determinados problemas de salud.

La tendencia mundial a aceptar que una alimentación sana es fundamental para prevenir ciertas enfermedades ha influido en el aumento de la demanda por productos sanos, por parte de los consumidores, de manera que la industria se ve enfrentada tanto a desarrollar constantemente nuevos productos con características que exceden lo puramente nutritivo, como a relacionarlos directamente con la salud humana (Alderete [en línea]).

⁷ Innovación tecnológica y comercial de productos forestales no madereros en Chile. Mercado y comercialización de productos forestales no madereros. [En línea] <http://www.agroforesteria.cl/menu/links/Links_proyectos_INFOR/Instituto%20Forestal%20de%20Chile%20INFOR%20Pagina%20Principal7.htm> [Consulta: diciembre, 2008]

Los alimentos funcionales más difundidos basan su funcionalidad en componentes como ácidos grasos poliinsaturados, fibra dietética, ácido oleico, probióticos, fitoestrógenos y fitoquímicos (de origen vegetal), tales como polifenoles, flavonoides, carotenoides y taninos, entre otros.

Es común que se utilice el término “producto nutracéutico” como sinónimo de alimento funcional, sin embargo, el significado más aceptado lo define como una sustancia de origen natural, que puede aislarse desde un alimento y que tiene un efecto determinado positivo sobre la salud humana; es decir, se trata del componente que le otorga funcionalidad al alimento. Estos productos, cuya propiedad funcional está comprobada, se comercializan generalmente en cápsulas y en polvo, ya que su consumo dentro de la dieta normal no alcanzaría los niveles que permiten obtener sus efectos.

El mercado mundial de este tipo de alimentos ha crecido en el último tiempo. Los principales países consumidores de alimentos funcionales son Japón, Estados Unidos y la Comunidad Europea (Soto *et al.*, 2006). El año 2006 se alcanzó un valor de US\$ 21.300 millones en el mercado norteamericano y de US\$ 8.000 millones en el europeo (Lutz, 2008). Este aumento se debe principalmente al reconocimiento, por parte de los consumidores, de la relación que existe entre dieta y salud, junto con el avance alcanzado en tecnología alimentaria e investigaciones sobre nutrición, además del envejecimiento de la población y aumento del poder adquisitivo, entre otros (Alderete [en línea]).

En este contexto, las características de los principales países que consumen alimentos funcionales son (Lutz, *op. cit.*):

- Japón: mantiene una tendencia en el consumo de este tipo de alimentos desde la década de los años 60.
- Canadá y Estados Unidos: se estima que el 40% de la población los adquiere habitualmente.
- Unión Europea: en 2002 contaba con más de 100 alimentos funcionales registrados en nueve países de la Comunidad; los principales productos que se comercializan son los probióticos y prebióticos. Para los consumidores europeos el orden decreciente de importancia atribuido a los alimentos saludables en la prevención de enfermedades es: cardiovasculares, cáncer, obesidad, osteoporosis, tracto intestinal y sistema inmunológico. Se estima que actualmente el mercado europeo es liderado por los alimentos funcionales que contienen antioxidantes y los probióticos (Lutz, *op. cit.*).
- Brasil: aunque muestra un menor desarrollo que los anteriores, reviste gran importancia por su impacto sobre la economía del MERCOSUR. El mercado de alimentos funcionales en Brasil comprende cinco segmentos: bebidas, productos lácteos, confitería, panificados y cereales para el desayuno.

Chile sigue esta tendencia mundial y en el mercado se encuentran productos innovadores tales como alimentos lácteos sin o con probióticos y prebióticos, además de alimentos grasos que contienen ácidos grasos omega-3, fitoesteroles y fitoestanoles, entre otros, los que se califican como alimentos funcionales. Por otro lado, es responsabilidad del productor y de los organismos técnicos y regulatorios contribuir a orientar a los consumidores a escoger los alimentos que les aporten mayores beneficios, sobre la base de tres aspectos fundamentales: que sean de buena calidad nutricional, que contribuyan a su salud y que sean inocuos (Soto *et al.*, 2006).

En Chile se realizó una investigación orientada a estudiar el comportamiento de los consumidores frente a los alimentos funcionales y ante la oferta (Soto, *op. cit.*): se encuestaron 697 personas y las

principales variables de segmentación fueron: región de residencia, edad, sexo y nivel de estudios. El estudio concluyó que el aspecto más importante es la actitud, de manera que aquellas personas que muestran una actitud positiva hacia los alimentos funcionales, es muy probable que los consuman. También se determinó que existe un claro efecto de la opinión de otras personas (médicos, amigos, familia y medios de comunicación) sobre la intención de consumir o no alimentos funcionales. No obstante, la posibilidad de obtener estos productos podría estar considerablemente influida por factores como el precio de venta al consumidor final.

En lo que respecta al nivel de educación, se determinó que existe una actitud más positiva hacia el consumo de alimentos funcionales en aquellos consumidores con estudios secundarios, que en aquellos con educación básica solamente, ya que otorgan mayor importancia a mantener una buena salud y muestran preocupación por el peso corporal y la ingesta excesiva de grasas y colesterol. Esto refuerza la idea de la importancia de entregar información adecuada a los consumidores y de enfatizar el rol preventivo que estos alimentos pueden cumplir en algunas patologías.

Los hongos como alimento funcional

El aspecto funcional de los hongos deriva de sus características beneficiosas para la salud, como las nutricionales, ya que poseen propiedades analgésicas, antiinflamatorias, antioxidantes, protectoras del sistema cardiovascular, antivirales, antitumorales y de estimulación del sistema inmunológico, entre otras. En general, los hongos tienen un contenido relativamente alto de proteínas de buena calidad, que contienen los aminoácidos esenciales,⁸ y son ricos en lisina y leucina; estos componentes generalmente se encuentran en baja cantidad o están ausentes en la mayoría de los cereales fibrosos. Además, son bajos en grasa total y contienen un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados y de carbohidratos; también contienen cantidades significativas de vitaminas solubles en agua (tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico), y de minerales (Bianchinotti [en línea]).

Se supone que el consumo de los hongos continuará en aumento, dado el hecho que se reconocen como un alimento nutritivo, con propiedades que benefician la salud, con efectos medicinales y ausencia de componentes que deben ser evitados en la dieta, tales como colesterol y ácidos grasos saturados.

En el mercado existen productos a base de hongos que se comercializan en tabletas o cápsulas, como suplemento dietario y con propósitos terapéuticos, que sirven tanto para la prevención como para el tratamiento de algunas enfermedades. Uno de los hongos utilizados con estos fines es el reishi (*Ganoderma lucidum*), que es ampliamente utilizado en China y en países asiáticos como promotor de la salud, debido a sus efectos antitumorales y estimulantes del sistema inmunológico (Kun-Chieh *et al.*, 2007).

El shiitake también es muy apreciado por su sabor y propiedades nutricionales y beneficiosas para la salud. Además de ser bajo en calorías, glucosa y sodio, contiene lentinan, un polisacárido al que se le atribuye la capacidad de fortalecer el sistema inmunológico, reducir tumores y contribuir a bajar la presión arterial (Gold *et al.*, 2008).

El principal país productor y consumidor del maitake es Japón; este hongo también ha demostrado propiedades antitumorales y antivirales, y además de su comercialización para su consumo en

⁸ Los aminoácidos esenciales no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser aportados por la dieta, de lo contrario se pueden producir trastornos en la salud. La lisina cumple una función importante en el desarrollo de las células del cerebro y en el crecimiento, incluso se la asocia con el desarrollo de la inteligencia, la memoria y el aprendizaje (Silva, 2006).

fresco, se utiliza en la elaboración de productos naturales como té de maitake, cápsulas, bebidas y tabletas (Medina [en línea].)

En síntesis, de estos hongos actualmente se extraen extractos que forman parte de la oferta de productos nutritivos y farmacéuticos.

Contexto normativo

Hace más de 20 años Japón fue el primer país en legislar acerca de los alimentos funcionales, cuando desarrolló el concepto de alimentos para usos específicos en salud (Foods for Specified Health Uses, FOSHU); desde ese tiempo, diversos países y agrupaciones de países han ido incorporando el término “alimento funcional” en sus legislaciones y normativas de alimentos.

En Japón estos alimentos se definen como “alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan a funciones corporales específicas, además de ser nutritivos”; además, reconocen 12 tipos de componentes que favorecen la salud, entre los cuales destacan: fibra dietética, oligosacáridos, vitaminas, bacterias lácticas, minerales y ácidos grasos poliinsaturados. Es el único país que cuenta con una legislación específica para la comercialización y rotulación de este tipo de alimentos (Alderete [en línea]).

En Europa los alimentos funcionales aún no han sido definidos por la legislación vigente, aunque en general se considera que son aquellos alimentos que se consumen como parte de una dieta normal y que contienen componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades (López, 2008). Su consumo queda comprendido dentro de una pauta normal de alimentación y no en el suministro como tabletas, cápsulas u otras formas de suplementos dietarios. Además, se establece que los efectos benéficos sobre la salud no necesariamente son iguales en todas las personas.

En Estados Unidos los alimentos funcionales no están legalmente definidos; no obstante, la Academia Nacional de Ciencias los definió como “alimentos modificados, o que tengan un ingrediente que demuestre una acción que incremente el bienestar del individuo o disminuya los riesgos de enfermedades, más allá de la función tradicional de los nutrientes que contiene” (SERNAC, 2004). Las leyes de Etiquetado y Educación Nutricional y la de Suplementos Dietarios, Salud y Educación, constituyen el marco para el tratamiento particular de cada caso. La Food and Drug Administration (FDA) aprueba los productos alimenticios en función de su uso y de la información sobre salud que se encuentra en el rótulo del envase. En las etiquetas de los alimentos y de los suplementos dietéticos está permitido incluir dos tipos de declaraciones:

- Información sobre estructura y función, que describa los efectos en el funcionamiento normal del cuerpo.
- Información sobre reducción de los riesgos de enfermedades, que implique una relación entre los componentes de la dieta y un trastorno de la salud, siempre y cuando haya sido permitida por la FDA y esté respaldada por un cúmulo importante de pruebas científicas.

Brasil cuenta desde 2002 con el Reglamento Técnico de Sustancias Bioactivas y Prebióticos Aislados que Hagan Referencia a Propiedades Funcionales y Relacionadas con la Salud. Esta norma establece los procedimientos necesarios para asegurar la inocuidad de los productos, realizar sus registros y regular su comercialización.

En Chile los alimentos funcionales deben ajustarse a la normativa vigente, ser inocuos y cumplir con todo lo que establece el Reglamento Sanitario de los Alimentos (Decreto Supremo N° 977 y

modificaciones posteriores), las Resoluciones del Ministerio de Salud y las Normas Técnicas complementarias al Reglamento. Aún cuando el uso del término alimento funcional es común en el país y existe una variedad de alimentos en el mercado que obedecen a este concepto, no existe una definición oficial incorporada a dicho Reglamento.

En el caso que una empresa desee comercializar en Chile un alimento funcional nuevo o que no tenga mensajes saludables definidos en la respectiva Resolución del Reglamento Sanitario de Alimentos, debe solicitar al Ministerio de Salud una autorización fundada para la incorporación del nuevo producto y su respectivo mensaje. Para ello, el alimento funcional debe cumplir con todos los requisitos que establece el Reglamento y se debe adjuntar una muestra física del producto, incluyendo su rotulación y la publicidad que se proyecta incorporar, además:

- certificado de libre venta, en el caso de alimentos importados;
- ficha técnica completa que señale la composición química (humedad, cenizas, proteínas, lípidos, carbohidratos disponibles, fibra dietética y aporte de energía, por cada 100 gramos);
- tamaño de la porción en medidas caseras y en unidades del sistema métrico (g ó ml);
- aporte por cada 100 gramos, y por porción de consumo habitual, del contenido de energía y de nutrientes básicos, además del contenido de cualquier otro nutriente o compuesto bioactivo al cual se le atribuye la propiedad funcional;
- lista cualitativa de ingredientes, en orden decreciente, es decir, todos los ingredientes constituyentes del alimento con su nombre específico; en el caso de los vegetales y animales, se debe incluir su nombre científico;
- lista cuantitativa de ingredientes indicando las cantidades aproximadas, es decir en g/100 g (en enteros); si se usan ingredientes compuestos, se debe indicar el nombre de todos los constituyentes y sus cantidades;
- en el caso de los aditivos, se debe incluir además del nombre, el número que le corresponde según el Codex Alimentarius,⁹ e indicar en forma precisa el nombre del o los ingredientes que lo caracterizan y a los cuales se les atribuye la propiedad funcional;
- todos los certificados de análisis que ratifican los aportes de nutrientes y de los factores alimentarios declarados;
- documentación del respaldo científico del mensaje o mensajes que se deseen incorporar y sus fundamentos en forma precisa (Alderete [en línea]; Lutz, 2008).

Si bien no existe una definición aceptada y registrada en Chile para alimento funcional, a mediados de 2007 se constituyó una comisión de estudio, designada por el Ministerio de Salud, la que ha propuesto la siguiente definición:

⁹ La Comisión del Codex Alimentarius fue creada en 1963 por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) para desarrollar normas alimentarias, reglamentos y otros textos relacionados tales como códigos de prácticas bajo el Programa Conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias. Las principales materias de este Programa corresponden a la protección de la salud de los consumidores, a asegurar prácticas de comercio claras y a promocionar la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales <<http://www.codexalimentarius.net>> [consulta: diciembre de 2008].

“Un alimento es considerado funcional si tiene uno o más componentes que satisfactoriamente demuestran que afectan beneficiosamente una o más funciones determinadas del organismo, además de sus efectos nutricionales fundamentales, de manera que sean relevantes tanto para mejorar el estado de salud y bienestar y/o la reducción del riesgo de alguna enfermedad. Un alimento funcional debe ser un alimento y debe demostrar sus efectos en cantidades que normalmente se consuman en la dieta”.

De esta definición se deduce que el alimento funcional puede ser natural o procesado, o bien, obtenido por manipulación genética u otras intervenciones. Además, según Lutz (2008) deben cumplir dos propiedades relevantes:

- Que se presenten en la forma de alimentos y formen parte de la dieta, por lo que no caben en este grupo las formas farmacéuticas (cápsulas, comprimidos u otros) las que pueden contener compuestos bioactivos, por lo que se constituyen en productos nutracéuticos que se expenden como suplementos alimentarios o, si se les atribuye efectos terapéuticos de cualquier índole, corresponden a la categoría de fitofármacos.
- Que ejercen un efecto beneficioso para la salud de las personas que los consumen. Esto debe poder evaluarse mediante ensayos *in vitro*, *in vivo* y por pruebas clínicas que permitan medir los cambios ocasionados por su ingestión dietética. Este requisito implica que no todos los alimentos que contienen compuestos bioactivos saludables (prácticamente todos los productos vegetales) puedan considerarse alimentos funcionales, ya que las concentraciones de los fitoquímicos presentes muchas veces son muy bajas y no alcanzan a ejercer un efecto medible a través de pruebas experimentales, por lo que no basta su presencia para darles el calificativo de funcionales.

Según Lutz (*op. cit.*),¹⁰ el gran tema pendiente en este tipo de alimentos es demostrar los efectos beneficiosos de su consumo, ya que los efectos en el consumidor dependen de numerosos factores como: forma como la persona digiere y absorbe los agentes bioactivos (biodisponibilidad), metabolización, distribución y efectos propios, además del antagonismo o sinergia frente a otros constituyentes de la dieta, como bebidas alcohólicas, infusiones, tratamientos herbales o uso de fármacos, entre otros. Por otra parte, la tecnología de obtención e incorporación de los agentes bioactivos en los alimentos también es determinante en su efectividad biológica.

Otro desafío pendiente es obtener la certificación de los efectos beneficiosos de estos alimentos funcionales para la salud, lo que implica recurrir a la experimentación y comprobación de los efectos que se les atribuye.

Como los alimentos funcionales son alimentos con valor agregado, existe una mayor disposición a pagar frente a uno convencional; sin embargo, este mayor precio debe estar respaldado con la certificación que acredite que el producto ejerce las acciones beneficiosas que declara. Por otro lado, los mensajes saludables empleados en la comercialización deben respaldarse con los resultados de la investigación científica que demuestra que los efectos atribuidos a determinados agentes bioactivos son reales; este paso es previo a incorporar estos agentes en alimentos funcionales que se comercialicen como tales.

¹⁰ Marianne Lutz, directora del Centro de Investigación y Desarrollo de Alimentos Funcionales, CIDAF, Universidad de Valparaíso.



► 4. Alcances y desafíos del cultivo y comercialización del hongo gargal

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto precursor y a los antecedentes señalados en los puntos anteriores, el cultivo artificial del gargal para consumo en fresco no es un negocio atractivo debido, por una parte, a los bajos rendimientos biológicos que se obtuvieron en condiciones experimentales y, por otra, a los altos requerimientos del cultivo en relación con las condiciones de temperatura y humedad que se deben mantener a lo largo del ciclo productivo (ver Sección 2: El proyecto precursor). Estos factores inciden en la inversión, costos de producción y especialización requerida del empresario que intervenga en su cultivo.

Lo anterior se traduce en un costo de producción de \$ 6.800/kg, aproximadamente, en circunstancias que el producto silvestre se comercializa en el mercado local entre \$ 3.000 y 4.000/kg,¹¹ sin necesidad de invertir en los equipos e instalaciones que requiere el cultivo artificial (Anexo 2). Además, el tamaño, forma y peso de los carpóforos (cuerpos frutales) que se produjeron fueron de menor calidad que los silvestres.

De acuerdo a estos resultados es razonable suponer que, al menos en el corto y mediano plazo, la recolección de gargal es una práctica que difícilmente podrá ser reemplazada por su cultivo artificial, más aún en el caso de los pequeños y medianos agricultores, ya que requiere un alto grado de especialización.

En el caso específico de los pequeños agricultores, representados por familias campesinas que se dedican a la recolección de este hongo para autoconsumo y venta en mercados locales de su zona, se recomienda que continúen con esta práctica, ya que constituye una fuente de ingresos secundaria que no implica riesgos, inversiones ni especialización y, además, la pueden realizar durante el invierno, temporada del año en que la actividad agrícola no les reporta mayores ingresos.

Así, para los pequeños y medianos productores, la estrategia comercial seguirá siendo la recolección, en la cual se debe prestar atención, al menos, a dos aspectos importantes:

- fomentar una extracción racional y sustentable del hongo, de manera de preservar el recurso;

¹¹ INIA Quilamapu-FIA. Informe Final proyecto precursor “Desarrollo del cultivo del hongo silvestre gargal (*Grifola gargal*) y sus alternativas de procesamiento comercial”.

- tomar las medidas adecuadas durante la cosecha y post cosecha, con el fin de privilegiar la calidad del producto recolectado y su valor, y disminuir las pérdidas.

Un desafío pendiente para esta escala del negocio es el estudio de las condiciones de manejo de post cosecha, así como de las posibilidades de agregación de valor al gargal en estado silvestre para su comercialización en el mercado interno.

No obstante lo anterior, la investigación permitió concluir que el gargal posee un potencial interesante como antioxidante natural, lo que permitiría su uso en la industria alimentaria o farmacológica, donde la forma y peso de los cuerpos frutales pierde importancia y la agregación de valor podría absorber o solventar la inversión y los mayores costos de producción con relación a los hongos silvestres. Además, la producción artificial presenta ventajas sobre la que proviene de recolección, ya que esta última depende de factores climáticos no controlables, mientras que con la primera se puede conseguir un producto más homogéneo en sus propiedades químicas y cantidad de producción, factores relevantes para la industrialización de productos que requieren asegurar la calidad y aprovisionamiento de materia prima.

En este sentido, las lecciones aprendidas indican que la estrategia de implementación, más que estar orientada a diseñar un plan de negocios centrado en el cultivo artificial del gargal, debiera abocarse primero a establecer las reales perspectivas de este hongo como alimento funcional. Para ello, es importante conocer la calidad de los antioxidantes que se pueden extraer y comparar su efectividad y costo de producción con el de otros antioxidantes naturales, lo que implicaría realizar nuevas investigaciones orientadas específicamente a estos fines.

En la eventualidad de comprobarse el carácter funcional del gargal, se estima que este negocio estaría orientado a empresas ligadas a la industria de la elaboración y comercialización de nutracéuticos, capaces de agregarle valor a la producción mediante la extracción de los principios activos relevantes y su utilización en la elaboración de suplementos alimenticios, considerando, además, los aspectos relacionados con el desarrollo y promoción de un nuevo producto.

El principal desafío que se plantea en este negocio, tiene relación con demostrar los posibles efectos beneficiosos del consumo de gargal sobre la salud de las personas, de manera que se pueda respaldar técnicamente la promoción de su consumo.

► 5. Claves de viabilidad

La viabilidad del negocio asociada a la recolección de gargal, como una actividad atractiva y permanente para las familias campesinas de la zona sur del país, depende de aspectos técnicos relacionados con la cantidad y calidad que se pueda recolectar, así como de aquellos que atañen al mercado del producto y al conocimiento y desempeño del recolector frente a sus compradores. Dentro de los principales aspectos destacan:

- Existencia de bosques nativos en sectores accesibles, lo que contribuye a disminuir los costos de traslado y favorece la calidad de post cosecha del producto recolectado.
- Extracción racional del recurso, con el fin de asegurar la disponibilidad de gargal en el tiempo.
- Mejorar las prácticas de recolección y manejo de post cosecha, de manera de disminuir pérdidas del producto, tanto de cantidad como calidad, y contribuir a aumentar la vida de post cosecha del hongo recolectado. Aunque en la investigación realizada no se generó



información acerca del manejo de post cosecha, quedó de manifiesto que es un hongo que se deteriora rápidamente debido a su alta tasa de respiración y susceptibilidad al ataque de patógenos.

- Estudiar el mercado interno del gargal, de manera de identificar posibles nichos en los cuales se pueda ofertar directamente el producto recolectado, con el objeto de acceder a mejores condiciones de venta, en términos de precios y seguridad de ventas.

En el caso que el negocio fuera la producción artificial de gargal para extracción de antioxidantes, es importante considerar los siguientes aspectos:

- Investigar las propiedades funcionales del gargal, por ejemplo, sus características como antioxidante y sus efectos beneficiosos para la salud y competitividad frente a otras fuentes naturales de estos principios activos.
- Desarrollo de un producto comercial que pueda competir con otras fuentes naturales de antioxidantes presentes en el mercado. En este sentido, es importante la gestión tendiente a disminuir los costos de producción como, por ejemplo, trasladar el área de cultivo más al sur, donde la humedad relativa sea más alta y las temperaturas cercanas a los 12 °C, de manera de poder cultivarlo al aire libre. Sin embargo, este es un aspecto que no fue estudiado en el proyecto precursor y se requiere mayor investigación.
- Capacidad empresarial que permita abrir mercados y posicionar un producto basado en un ingrediente prácticamente desconocido para el mercado.

► 6. Asuntos por resolver

Los principales aspectos pendientes que surgen de las lecciones aprendidas son tres:

- Características organolépticas del gargal como insumo para la industria culinaria: se refiere a investigar el mercado de este hongo, con el fin de dimensionar su demanda y establecer las perspectivas de consumo, tanto en el mercado interno como en el de exportación. Sobre la base de estos resultados se requiere investigar, al menos, los siguientes aspectos: otras alternativas de cultivo del hongo que pudieran contribuir a disminuir las inversiones y costos de producción, por ejemplo, la producción en ambiente natural, en zonas de climas más fríos y húmedos; las condiciones de manejo de post cosecha más adecuadas para alargar su vida una vez cosechado, y las alternativas de agregación de valor, de manera de comercializarlo en distintos formatos (deshidratado, en polvo, en salmuera y otras).
- Avanzar en definir la potencialidad del gargal como alimento funcional: para ello es importante realizar investigaciones orientadas a estudiar las propiedades antioxidantes y nutricionales de este hongo, y evaluar su potencialidad respecto de otras fuentes naturales que se utilizan en la industria actual de alimentos funcionales, de manera de concluir respecto de sus reales oportunidades como negocio.
- Nueva fuente de aromas: en la investigación se señala que una de las características sobresalientes del gargal es su aroma, similar al de las almendras, aspecto que no está informado para otras especies de hongos, lo cual lo hace atractivo como una nueva fuente de aromas, con una característica de calidad del producto. Cabe destacar que esta propiedad fue estudiada en Japón, donde se concluye que el gargal es un potencial productor de benzaldehído, aroma natural de alto precio (Harada *et al.*, 2006) que se usa para elaborar tinturas, perfumes y productos farmacéuticos. Sin embargo, aunque en el proyecto precursor existió interés por evaluar este factor, no se pudo llevar a cabo por falta de producción artificial, de manera que este es otro aspecto que podría ser evaluado en investigaciones futuras.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

En la medida que el negocio siga siendo la recolección de frutos silvestres, el universo de personas que se puede beneficiar con su extracción corresponde a aquellas familias campesinas de las zonas rurales de la Región del Biobío al sur, donde se produce el gargal.

En general, estas familias desarrollan como actividad principal la agricultura y ganadería de subsistencia, y la recolección de gargal y otros recursos naturales constituye una fuente de ingresos extra.

► 2. El proyecto

El proyecto precursor fue ejecutado por la Estación Experimental Quilamapu del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, como asociada. Tuvo una duración de 36 meses y comenzó en enero de 2005.

El objetivo principal del proyecto fue desarrollar un sistema de producción comercial del hongo gargal y estudiar distintas formas de procesamiento, con el fin de agregarle valor a la producción, incluyendo la evaluación económica del modelo de producción desarrollado.



La investigación se orientó hacia:

- el estudio de las condiciones más adecuadas para cultivar el hongo en forma comercial, mediante el análisis de distintos métodos de cultivo y sustratos (combinaciones de diferentes maderas y suplementos), para identificar los medios más apropiados para la producción de semilla (Anexo 1) y el posterior establecimiento de cultivos productivos;
- la evaluación de las características nutricionales de las producciones que se obtuviesen;
- las distintas formas de procesamiento del hongo (fresco, deshidratado, extractos aromáticos, saborizantes, infusiones).

Se contempló la participación de una empresa con experiencia en producción comercial de hongos lignívoros, como el Shiitake, para encargarse de la fase de producción comercial. Sin embargo, por condiciones ajenas al desarrollo de la investigación la empresa discontinuó su participación.

El desarrollo de la investigación se inició con la formación de un banco de cepas nativas de gargal provenientes de aislamientos de especímenes colectados con anterioridad a la investigación, que permanecían congelados, y también de otros recolectados al inicio del proyecto precursor, todos en bosques nativos de las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. En general, los aislamientos provinieron de coihue, roble, tinoe o palo santo muertos, o de parte de sus ramas en esta condición, con lo cual se corroboró su característica de hongo saprófito.

2.1 Evaluación de las condiciones de cultivo y producción de gargal

A partir de las muestras del banco de cepas se realizaron cultivos en laboratorio e *in situ*, hasta obtener colonias puras, las que fueron conservadas en tubos de ensayo refrigerados y también mediante criopreservación en nitrógeno líquido (-196 °C), sistema que permite conservar las cualidades del hongo sin alteraciones, en forma indefinida (Anexo 1).

Un aspecto importante de esta primera etapa fue comprobar que la criopreservación permitió conservar los aislamientos del hongo con buenos resultados, ya que se logró un 100% de recuperación, luego de su descongelamiento. Ello implica que, aunque parte de la colonia puede morir, el porcentaje de sobrevivencia es suficiente para iniciar una nueva colonia. Por lo tanto, es posible preservar cepas de gargal manteniendo sus características en el tiempo, sin sufrir modificaciones o adaptaciones genéticas a través de los sucesivos cultivos en medios artificiales, como ocurre con el sistema de conservación en tubos de ensayo o en medios de cultivo en placas de Petri.

Posteriormente se seleccionaron 10 cepas del hongo, se sometieron a diferentes temperaturas de crecimiento, entre 12 y 24 °C, y se registraron las tasas de crecimiento diarias para cada cepa. Se observó que el gargal crece en un estrecho rango de temperaturas, alrededor de los 20 °C, a diferencia de la mayoría de otras especies, que crecen en ambientes con temperaturas de alrededor de 24 °C; en este último rango, las cepas de gargal presentaron un crecimiento menor, e incluso en ciertos períodos de tiempo se observaron tasas de crecimiento negativas. Según el equipo investigador, esto se podría deber a una eventual acumulación de toxinas o daño en el ápice de las hifas, las que deben ser reconstruidas antes de iniciar un nuevo crecimiento. Este resultado es relevante al momento de desarrollar un cultivo de gargal, ya que el daño por temperatura implica un gasto de energía en volver a recuperar el crecimiento perdido, lo que influye en la colonización y rendimiento biológico del hongo.

Las incubaciones mantenidas a 12 °C no permitieron un desarrollo de las colonias en las 10 cepas evaluadas, lo que indica que, aunque las bajas temperaturas no matan al hongo, restringen notablemente su crecimiento vegetativo.

A partir de los resultados señalados, se evaluó la adaptabilidad del crecimiento de las cepas seleccionadas frente a distintos sustratos compuestos por aserrín y viruta de coihue, raulí, roble y eucalipto. Estos ensayos se incubaron en frascos, en condiciones de oscuridad, temperatura de 18 ± 2 °C y humedad relativa de $70 \pm 2,5\%$. Una vez que se produjo la colonización se indujo la fase reproductiva de las cepas, para lo cual los cultivos se mantuvieron en oscuridad, a 12 °C y 80% de humedad relativa, hasta la formación de esclerocios.¹²

Luego, los frascos con las cepas se trasladaron a una sala de fructificación para iniciar la etapa de producción y se sometieron a condiciones de luminosidad permanente, a 15 °C y 95 a 100% de humedad relativa. En estas condiciones se midió el tiempo a la cosecha y el rendimiento de carpóforos, junto con evaluar sus características de forma y tamaño.

En los ensayos se observó que todas las cepas presentaron un crecimiento lineal, lo que indicaría que este hongo obtiene su alimento en forma proporcional a su crecimiento. Las mayores tasas de crecimiento se alcanzaron en los cultivos que crecieron en sustrato de eucalipto (0,5 – 0,6 cm/día) y las menores, en coihue (0,16 – 0,20). Esto se explicaría por la facilidad con la cual el micelio absorbe los nutrientes que requiere para su crecimiento, desde el sustrato en que crece. En el caso del coihue, aparentemente estos nutrientes se encuentran en forma más compleja que en las otras especies, por lo que el hongo demora más en hidrolizar y absorber los nutrientes y, por ende, en crecer.

También se observó que el proceso de colonización fue muy dependiente del nivel de aireación: se obtuvo una buena colonización del micelio en la superficie de los frascos, cercano a la abertura superior, y fue más lenta en profundidad, donde existe una ventilación más escasa. Esto podría implicar que, en el caso de un cultivo comercial, sea necesario utilizar un contenedor (bolsa) en la cual exista una ventilación adecuada en la parte inferior.

Aunque el eucalipto demostró ser una buena alternativa de sustrato, el crecimiento reproductivo de las cepas fue muy lento en este medio y en algunas cepas nunca se produjo.

Por otro lado, la producción de carpóforos estuvo limitada por el lento crecimiento de la fase reproductiva, la cual es muy sensible a cualquier cambio de temperatura y humedad dentro de las salas de inducción y producción, dado que esta especie de hongo requiere bajas temperaturas, en un estrecho rango, para emitir sus cuerpos frutales.

El sustrato que permitió el menor tiempo para obtener cuerpos frutales fue el coihue, con un promedio de 105 días entre el término de la colonización vegetativa y la fructificación, mientras que en el caso del eucalipto este proceso demoró 240 días y para raulí y roble, 120. Sin embargo, la producción fue errática y la forma de los carpóforos fue distinta a la que se observa en los crecimientos naturales, con estípites (pie) proporcionalmente predominantes, píleos (parte superior) aguzados, deformes y en general pequeños.

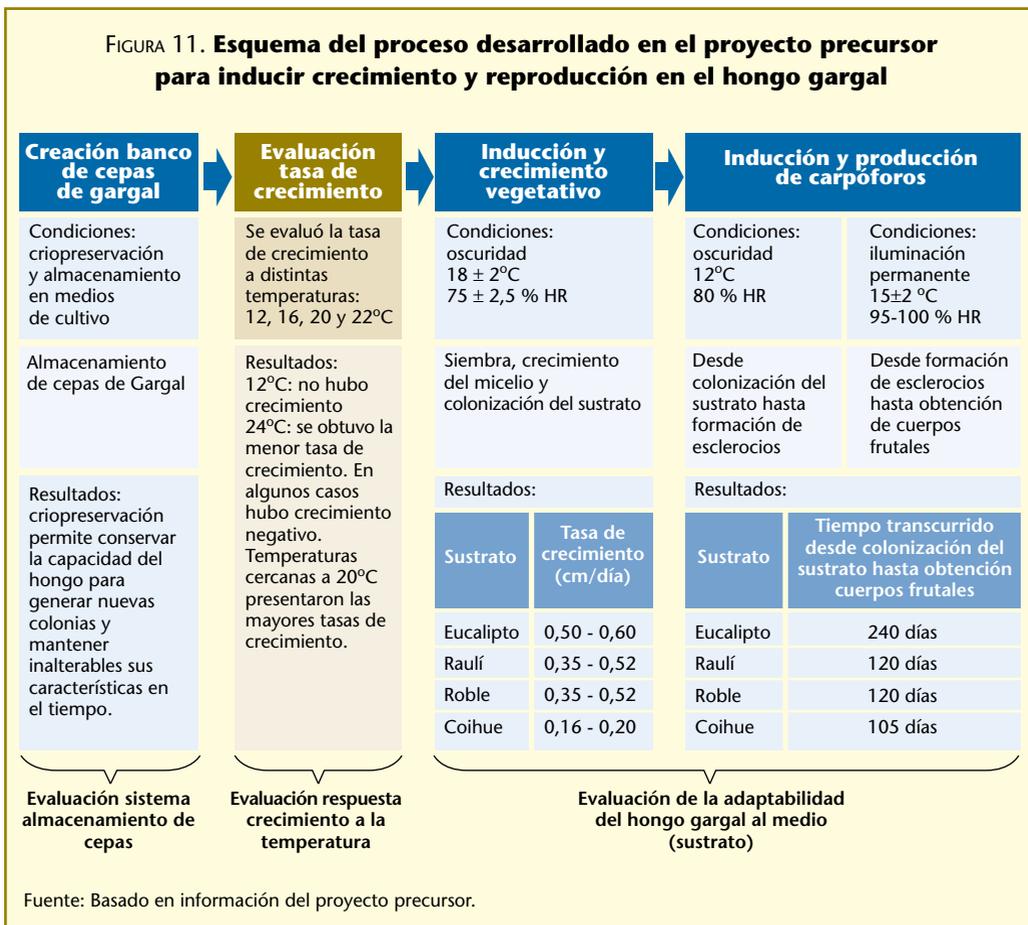
Los rendimientos en general fueron bajos; el mayor fue de alrededor de un 10% del peso del sustrato, lo que se considera malo comparado con otros hongos comestibles que superan el 100%.

¹² Masas redondeadas y negruzcas de naturaleza pseudoparenquimática, con diferenciación entre corteza y médula, llenas de sustancias de reserva y empleadas por el hongo para la supervivencia en condiciones desfavorables <<http://www.ual.es/GruposInv/myco-ual/vegetat.htm>> [consulta: diciembre de 2008]. Aparentemente la formación de estas estructuras es un paso previo para la emisión de los carpóforos que el hongo desarrolla para acumular nutrientes necesarios para la formación del basidiocarpo, el que es altamente demandante de nutrientes y energía (INIA Quilamapu-FIA. Informe Final proyecto precursor “Desarrollo del cultivo del hongo silvestre gargal (*Grifola gargal*) y sus alternativas de procesamiento comercial”).

Los mayores pesos se lograron con los sustratos de roble y coihue (10%). El sustrato de eucalipto sólo presentó producción en tres cepas, con rendimientos estadísticamente similares (en torno al 7%).

La investigación concluyó que existe una gran variabilidad en los rendimientos, tanto entre cepas con un mismo sustrato, como entre sustratos y una misma cepa, por lo que se debe ajustar la cepa al tipo de sustrato utilizado, para lograr los mejores rendimientos.

En Figura 11 se esquematiza el procedimiento desarrollado y los resultados obtenidos en cada etapa.



2.2 Evaluación de las propiedades físico-químicas del gargal

Se evaluaron los diferentes componentes de los carpóforos de gargal a través de un análisis proximal, el cual midió los siguientes parámetros:

- humedad y materia seca
- extracto etéreo
- proteínas
- azúcares reductores
- pH
- sólidos solubles
- cenizas

Se analizaron muestras de gargal recolectadas en la Región de la Araucanía; también se evaluó el comportamiento de las setas después de su recolección, mediante la medición de la respiración a través de la concentración de CO₂ generada.

El análisis proximal demostró que los carpóforos tienen un alto contenido de fibra, en promedio 32,5% base seca, lo que representa aproximadamente la tercera parte de los componentes sólidos de las setas de gargal. El contenido de humedad fue muy variable, ya que depende de las condiciones ambientales en que se encuentra el hongo; sin embargo, en promedio fue de 86,4%. El contenido de proteína, a diferencia de otros hongos comestibles, fue bajo (0,02%), aunque estos resultados podrían deberse al método utilizado para su determinación.

Respecto de la respiración, el análisis proximal determinó que el gargal presenta un comportamiento semejante al de verduras y frutas, ya que aumenta su respiración frente a un incremento en la temperatura de almacenamiento, lo que guarda relación con su perecibilidad. La respiración alcanza su valor máximo a los 20 °C y por sobre ésta decae bruscamente.

También se analizaron las características físicas y químicas de los carpóforos, como el color y pH, y se realizaron pruebas para extraer metabolitos secundarios, los que fueron evaluados en sus capacidades antioxidantes, antibacteriales, antifúngicas y de herbicidas. Al respecto se concluyó que el gargal posee altas concentraciones de polifenoles y flavonoides, que le otorgarían una importante actividad antioxidante. No obstante, los ensayos demostraron que los extractos obtenidos no presentan capacidad antibacteriana, antifúngica, insecticida o herbicida.

Finalmente, como no fue posible obtener una producción artificial aceptable de carpóforos (ver siguiente punto), la investigación no logró estudiar sistemas de deshidratado, evaluar la vida de post cosecha, ni su capacidad de conservación en atmósfera modificada.

2.3 Validación del método de producción comercial de gargal

El proyecto precursor consideró en su propuesta la adaptación de un sistema de producción comercial de gargal; sin embargo, no fue posible cumplir ya que los resultados obtenidos dejaron en evidencia la complejidad de la propagación y cultivo de este hongo en forma artificial.

La investigación demostró que el gargal tiene altos requerimientos ambientales para una eventual producción artificial, ya que el micelio puede retrotraerse con facilidad cuando no se le entregan las condiciones de temperatura y humedad adecuadas. Esto obliga a implementar módulos de producción con equipos que permitan entregar frío y alta humedad al mismo tiempo, lo que encarece considerablemente el sistema de producción, respecto al de otros hongos comestibles.

Como resultado de lo anterior, el sistema de producción comercial de gargal, orientado a su venta para consumo en fresco como comestible, no es conveniente, ya que el costo de producción de un kilo de hongo es más alto que el precio de venta del hongo silvestre que se comercializa en los mercados locales del país.

2.4 El modelo de gestión

De acuerdo a los resultados y lecciones aprendidas en el proyecto precursor, el modelo de gestión que permitiría una producción artificial de gargal debe considerar, al menos, los siguientes aspectos:

- Para iniciar cultivos de gargal, o incluir nuevas cepas, es importante realizar el primer cultivo en el lugar de cosecha de los cuerpos frutales, ya que a medida que pasa el tiempo después

de la corta de los carpóforos, éstos se deterioran con rapidez y son colonizados por bacterias en un nivel tal, que resulta imposible aislarlo para obtener un cultivo puro.

- Para conservar las cepas es aconsejable utilizar la criopreservación, ya que este método permite preservar las cepas en forma inalterable a través del tiempo, además de ahorrar tiempo en los trasposos necesarios para mantener el hongo vivo en los medios de cultivo.
- Es importante mantener un estricto control de las condiciones de higiene ambiental del lugar y medio donde se cultive el gargal, ya que esta especie no mostró actividad microbiana, lo que explica la facilidad con que se contaminaron los cultivos artificiales del proyecto precursor, en particular con hongos como *Trichoderma*, *Penicillium* y *Aspergillus*. Ello, más su lento crecimiento, obligan a mantener ambientes extremadamente limpios, lo que incide también en los costos de producción del hongo.
- Del mismo modo, el modelo de gestión debe incorporar un estricto control de las condiciones de temperatura y humedad relativa en el módulo de producción, a fin de facilitar el crecimiento del gargal.

Finalmente, se requiere evaluar la posibilidad de desarrollar productos que permitan agregar valor al gargal. Tanto el bajo rendimiento biológico del cultivo artificial, como las inversiones necesarias para satisfacer los requerimientos del cultivo, encarecen el costo unitario de producción con relación al producto recolectado. Por esta razón, el futuro del cultivo puede estar vinculado a su uso como suplemento alimenticio, explotando sus cualidades antioxidantes y beneficiosas para la salud.

2.5 La asesoría

El principal componente del proyecto fue la investigación llevada a cabo por el equipo responsable del proyecto, cuyos resultados y conocimiento adquirido estaba considerado transferir a la empresa que se encargaría de la producción piloto, así como a potenciales productores de gargal, aprovechando el número creciente de microempresas que se dedican a la producción de hongos en Chile. El objetivo final era que varias empresas de tamaño medio alcanzaran un volumen adecuado para exportar. Sin embargo, esto no tuvo el alcance esperado e incluso, la empresa señalada terminó anticipadamente su participación en el proyecto.

En términos de difusión de resultados, se desarrolló una tesis de postgrado en la Universidad de Concepción: “Modelación de la cinética de respiración de gargal (*Grifola gargal* Singer, Beih), digüeñe (*Cyttaria espinosae*) y shiitake (*Lentinus edodes*)”. También se presentaron dos trabajos científicos en congresos: “Modelación de la cinética de respiración en hongos comestibles” y “Estudio preliminar de extracción de solutos a partir del hongo *Grifola gargal* Singer, Beih”, y una publicación el año 2008 en la revista científica *Micología Aplicada Internacional* (20(1)): “Influence of heat treatment on the antioxidant properties of *Grifola gargal* hydro-alcoholic extracts”.

► 3. Los productores del proyecto hoy

Actualmente, toda la producción de gargal que se comercializa en el mercado interno proviene de la recolección en el medio silvestre y no existen productores que se dediquen a su cultivo. Además, el proyecto precursor finalizó su etapa experimental recientemente y sus resultados no son suficientes para recomendar la producción artificial de este hongo para consumo directo o para incentivar la producción de extractos, de manera que en el corto y mediano plazo no se prevé que existan productores interesados en este cultivo.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto

El proyecto financiado por FIA constituye un avance en el estudio del hongo *Grifola gargal* y sus posibilidades de cultivo. Se estableció un protocolo de producción artificial de carpóforos del gargal en atmósfera controlada y una metodología de producción de extracto del hongo que presenta altos contenidos de polifenoles, flavonoides y proteoglucanos, lo que permite suponer que podría dársele un uso potencial como alimento funcional, en atención a las propiedades antioxidantes detectadas.

También se creó un banco de cepas aisladas, que incluye información acerca de las especies de árboles que el hongo coloniza en forma silvestre, y se demostró que la criopreservación es un buen método de conservación de las cepas, las que se mantienen inalteradas en el tiempo.

En Chile se venden productos como suplementos alimenticios o para mejorar el sistema inmunológico y ayudar en la reversión de algunos cánceres, los que se basan en otras especies de hongos como el maitake (*Grifola frondosa*). Dichos usos están respaldados con investigaciones especializadas, de manera que, antes de promover las propiedades funcionales del gargal, se debieran investigar los componentes activos que se podrían extraer, sobre la base del conocimiento aportado del proyecto precursor.



Anexos

Anexo 1. Fichas técnicas del proceso de producción artificial del hongo gargal

Anexo 2. Costos de producción artificial del hongo gargal

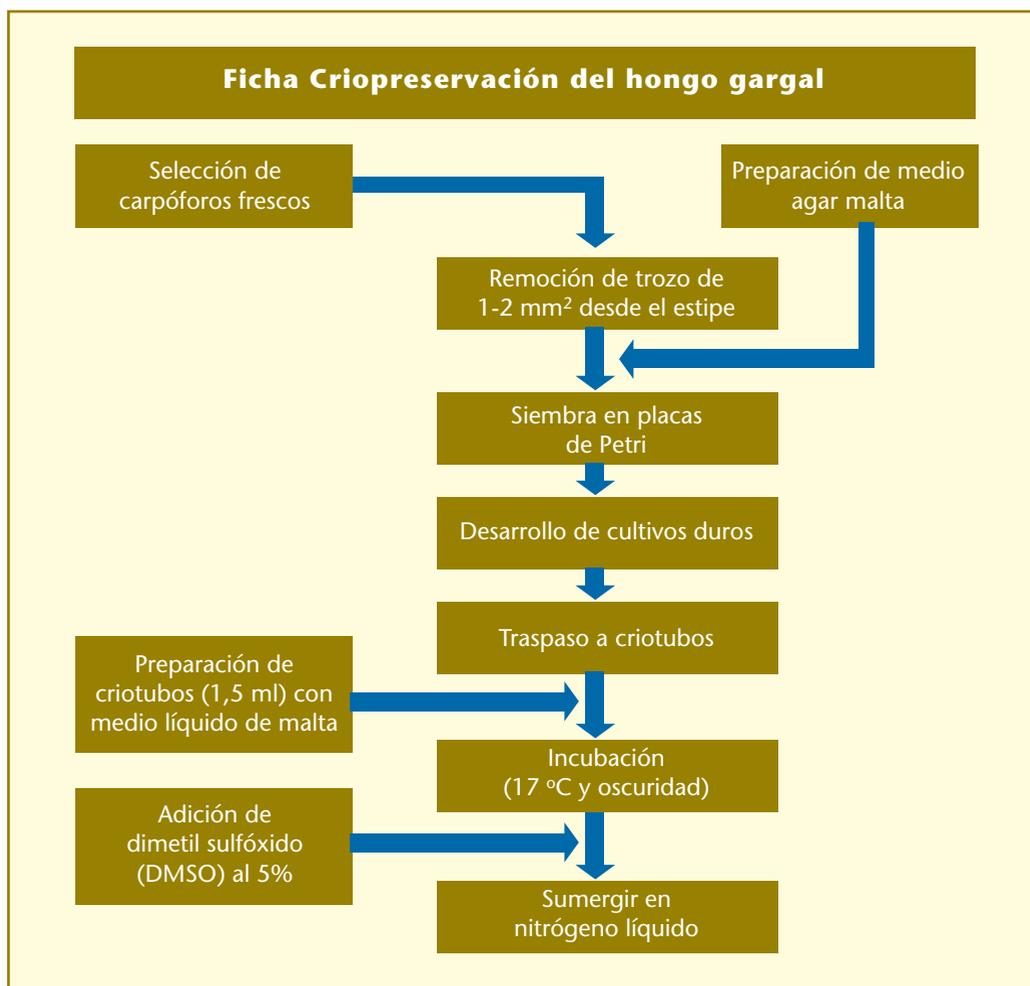
Anexo 3. Literatura consultada

Anexo 4. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Fichas técnicas del proceso de producción artificial del hongo gargal¹³

► 1. Criopreservación del micelio de gargal

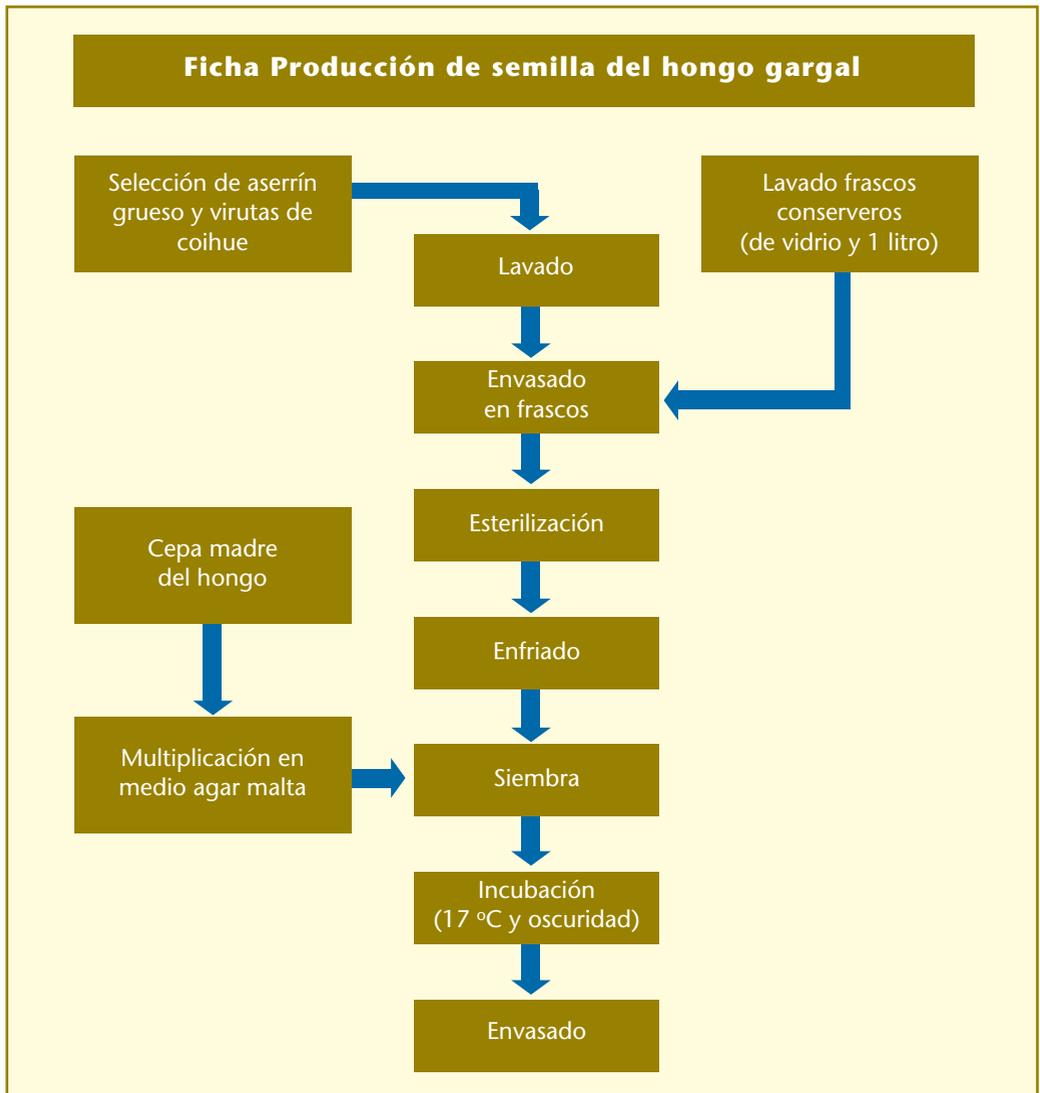
La criopreservación en nitrógeno líquido (-196 °C en la fase líquida y -180 °C en la fase gaseosa) es la técnica de conservación más adecuada para mantener en forma inalterable las características silvestres de las cepas colectadas; de lo contrario, los cultivos sucesivos o la conservación a mayores temperaturas que el nitrógeno pueden producir mutaciones o adaptaciones que cambian las características originales del aislamiento.



¹³ Fuente: Informe final del proyecto precursor.

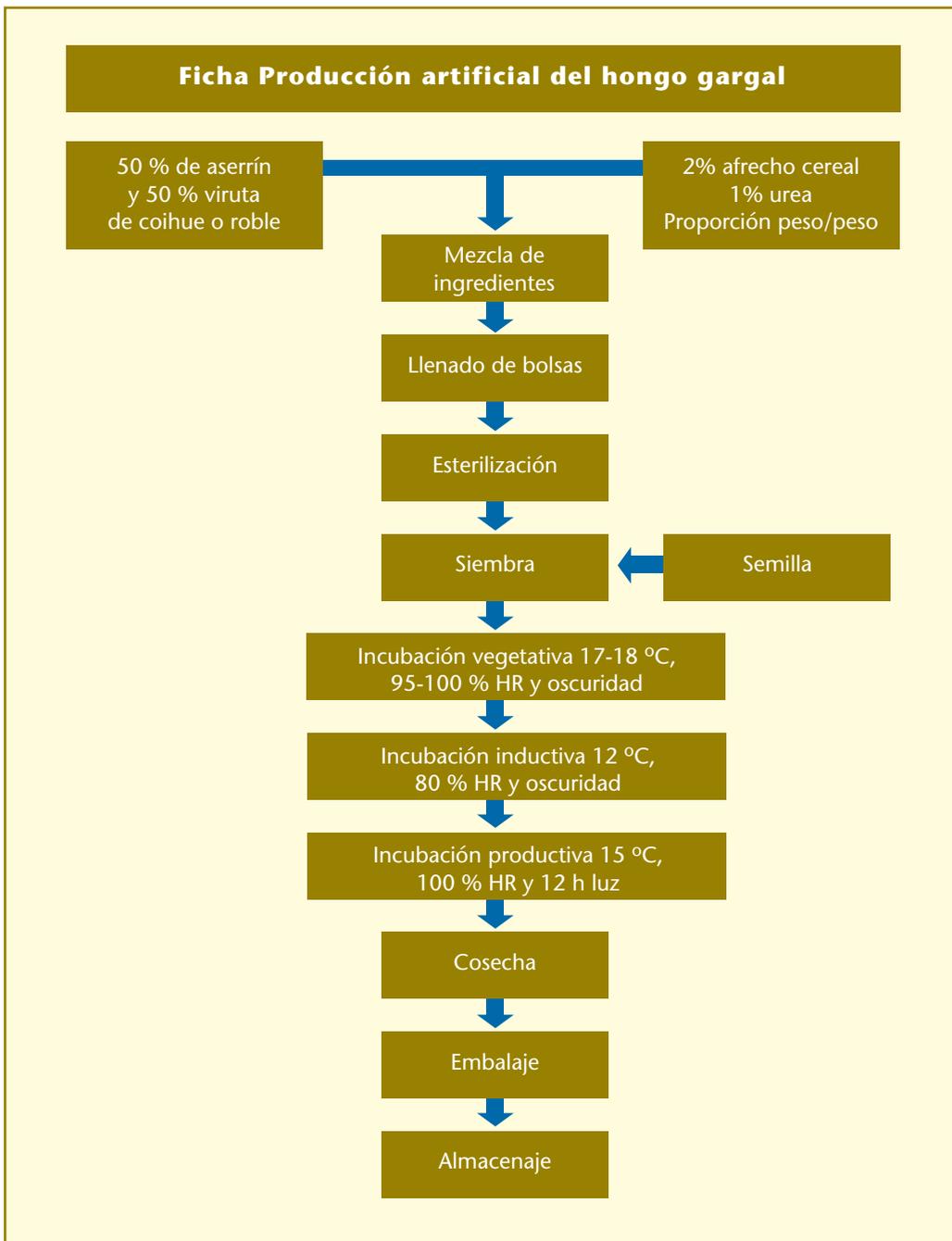
► **2. Producción de semilla de gargal**

La producción de hongos, ya sea en forma de carpóforos o sus posibles metabolitos secundarios, requiere disponer del inóculo para su cultivo, lo que se conoce como semilla de hongos. En el caso del gargal, la semilla se produce mejor en una mezcla de aserrín y viruta estéril, de preferencia de madera de coihue, ya que las distintas cepas se adaptan bien a esta especie.



► 3. Producción artificial de carpóforos de gargal

La producción artificial de gargal es compleja, de alta inversión, bajos rendimientos y mayores cuidados que otros hongos cultivados. A pesar de esto, es posible cultivarlo de acuerdo al siguiente esquema desarrollado a través del proyecto precursor.



ANEXO 2. Costos de producción artificial del hongo gargal¹⁴

► 1. Costos de inversión

A continuación se muestran los costos de inversión propuestos por el proyecto precursor para una unidad de producción artificial de gargal, con un ciclo productivo anual de 10 toneladas de carpóforos. Se estima que la inversión tiene una vida útil de 10 años.

Ítem	Monto (\$)
Llenadora de sustrato	1.716.000
Galpón térmico Fibrowall 75mm (100 m ²)	20.000.000
Red energía eléctrica trifásica	1.850.000
Red agua potable y alcantarillado	2.500.000
Equipo frío	1.250.000
Equipo difusor humedad	800.000
Total	28.116.000

► 2. Costos de operación

A continuación se detallan los costos anuales de operación estimados en el proyecto precursor para una unidad de producción artificial de gargal, con un ciclo productivo anual de 10 toneladas de carpóforos.

Los costos de servicios se refieren a los procesos de obtención de inóculos (esporas) y su preparación para una utilización segura y viable en futuros ciclos de producción de carpóforos. En la estimación de estos costos se consideraron los valores comerciales del Laboratorio de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción

Costos	Monto (\$)
Insumos	
13,3 toneladas de aserrín (sustrato)	146.300
1.440 kilos semilla gargal	475.200
2.400 bolsas plásticas	225.600
54.600 envases	2.129.400
Pesticidas 310 kilos	272.800
Energía eléctrica 7.020 KWH	386.100
Agua 900 m ³	25.000
Gas 200 kilos	110.000
Gasolina/aceite 2.000 combustible	1.200.000
Mano de obra	1.364.000
Total insumos	6.334.400
Servicios	
Obtención de inóculos	211.400
Sellado al vacío	105.000
Procesos varios	19.300
Uso autoclave	10.400
Agitación e incubación	9.250
Flete a centro de extracción	15.000
Total servicios	370.350
Total insumos y servicios	6.704.750

¹⁴ Fuente: González y France (2008).

ANEXO 3. **Literatura consultada**

- Alderete, J.M.** [En línea]. Alimentos funcionales consolidación de una tendencia. Dirección Nacional de Alimentos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Argentina. <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_34/articulos/consolidacion_tendencia.htm> [Consulta: diciembre, 2008]
- Bianchinotti, V.** [En línea]. Mi jardín está lleno de hongos, ¿qué son y son peligrosos? Centro de Recursos Naturales Renovables de la zona Semiárida, Argentina. <<http://www.criba.edu.ar/cerzos/boletincerzos/nota2.htm>> [Consulta: diciembre, 2008]
- Burden, D.** 2004. Mushrooms profile. [En línea] <http://www.agmrc.org/commodities_products/specialty_crops/mushrooms_profile.cfm> [Consulta: diciembre, 2008]
- Chilealimentos** [en línea]. Exportaciones de Alimentos Elaborados 1981 – 2007. <<http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/Estadisticas/Historicas/SintesisEstadistica1981-2007.pdf>> [Consulta: diciembre, 2008]
- Cisterna, C.** [En línea]. Explotación de hongos silvestres en Chile. <<http://www.micotec.cl/silvestres1.html>> [Consulta: diciembre, 2008]
- CONICYT.** 2002. Tecnologías de producción de hongos comestibles de importancia comercial en el mercado internacional. Proyecto de investigación y desarrollo. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). Universidad Austral de Chile. [En línea] <<http://ri.conicyt.cl/575/article-11011.html>> [Consulta: diciembre, 2008]
- Cordero, M.** [En línea]. On its own two feet. Mushrooms Business. International Independent information for Growers. <http://www.mushroombusiness.com/data_2008/content/articles/detail/274/on-its-own-two-feet> [Consulta: diciembre, 2008]
- CCI.** [En línea]. Setas y hongos. Corporación Colombia Internacional. Sistema de Inteligencia de Mercados. Perfil de Producto N° 21. Bogotá, Colombia, 6 pp. <http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511314480_perfil_producto_setas.pdf> [Consulta: diciembre, 2008]
- Díaz, J. A. y Ortiz, F.** 2001. Mercado Internacional de Hongos Exóticos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 14 pp. [En línea] <http://www1.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/mercados_verdes/INFO%20SECTORIAL/Sondeo%20del%20Mercado%20de%20Hongos.pdf> [Consulta: diciembre, 2008]
- FAOSTAT.** [En línea]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <<http://faostat.fao.org/>> [Consulta: octubre, 2008]
- Glycanova.** [En línea]. The company. <http://www.glycanova.com/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=33&Itemid=12> [Consulta: diciembre, 2008]
- Gold, M.A.; Cernusca, M.M. & Godsey, L.D.** 2008. A competitive market analysis of the United States shiitake mushrooms marketplace. Hortechology, 18(3):489-499. [En línea]. <<http://www.centerforagroforestry.org/pubs/shiitakeanalysis.pdf>> [Consulta: diciembre, 2008]
- González, J. y France, A.** 2008. Informe de análisis económico del proyecto precursor Desarrollo del cultivo del hongo silvestre gargal (*Grifola gargal*) y sus alternativas de procesamiento comercial. FIA-PI-C-2004-1-A-018. INIA Quilimapu – FIA.
- Harada, E., Kawade, M., Meguro, S. & Kawachi, S.** 2006. The flavor compounds of *Grifola gargal*, the chilean edible mushroom. [Resumen en línea]. Japanese Society of Mushroom Science and Biotechnology, 14(4).

- <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsmsb/old_site/vol14/no04/14_04_01.html> [Consulta: diciembre, 2008]
- Kun-Chieh, Ch., Hsuan-Cheng, H.; Jenn-Han, Ch.; Jia-Wei, H.; Hsu-Chieh, Ch.; Chern-Han, O.; Wen-Bin, Y.; Shui-Tein, Ch.; Chi-Huey, W. & Hsueh-Fen, J.** 2007. *Ganoderma lucidum* polysaccharides in human monocytic leukemia cells: from gene expression to network construction. *BMC Genomics*, 8:411. [En línea]. <<http://www.biomedcentral.com/1471-2164/8/411>> [Consulta: diciembre, 2008]
- López, J.** 2008. Los alimentos funcionales: importancia y aplicaciones. Chile Potencia Alimentaria. [En línea]. <http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/full/129789/Los_alimentos_funcionales_Importancia_y_Aplicaciones.html> [Consulta: diciembre, 2008]
- Lutz, M.** 2008. Alimentos funcionales: definiciones y precisiones conceptuales. Actualizaciones en Gastroenterología y Nutrición Infantil. Segundo Curso: Desafíos y Oportunidades en Gastroenterología y Nutrición. Pp. 33-41. [En línea] <http://ucv.altavoz.net/prontus_unidadacad/site/artic/20080603/asocfile/20080603171729/alimentos_funcionales_conceptos.pdf> [Consulta: diciembre, 2008]
- Medina L.** [En línea]. Los hongos medicinales. <<http://www.micotec.cl/medicinales.html>> [Consulta: diciembre, 2008]
- Myco-Ual.** [En línea]. Universidad de Almería, Área de botánica. <<http://www.ual.es/GruposInv/myco-ual/vegetat.htm>> [Consulta: diciembre, 2008]
- Pauli, G.** [En línea]. Un Estudio de Caso Hongos Tropicales. <http://www.cafeycaffe.org/web/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=55&Itemid=14&lang=es> [Consulta: diciembre, 2008]
- Pelayo, M.** 2008. Conservantes Naturales. [En línea] <www.consumaseguridad.com/ciencia-y-tecnologia/2008/01/18/173886.php> [Consulta: diciembre, 2008]
- PROCHILE.** [En línea]. Estadísticas de Comercio Exterior. <<http://www.prochile.cl/servicios/estadisticas/index.php>> [Consulta: diciembre, 2008]
- SERNAC.** 2004. Monografía: Alimentos funcionales. [En línea] Servicio Nacional del Consumidor. Santiago, Chile. <<http://www.sernac.cl/estudios/detalle.php?id=1098>> [Consulta: diciembre, 2008]
- Silla, M.H.** 2004. Dieta mediterránea y alimentos funcionales: seguridad alimentaria. [En línea] <<http://www.diazdesantos.es/libros/silla-santos-m-hortensia-dieta-mediterranea-y-alimentos-funcionales-seguridad-alimentaria-C0001142400855.html#contenido>> [Consulta: diciembre, 2008]
- Silva, A.** 2006. Obtención, caracterización y relación estructura-funcionalidad de un aislado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa*) orgánica proveniente de la VI Región de Chile. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. 61 pp. [En línea]. <http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2006/silva_j/sources/silva_j.pdf> [Consulta: diciembre, 2008]
- SIM.** [En línea]. Setas y Hongos. Sistema de Inteligencia de Mercados (SIM). Corporación Colombia Internacional. Perfil de Producto N° 21. Bogotá, Colombia, 6 pp. <http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511314480_perfil_producto_setas.pdf> [Consulta: diciembre, 2008]
- Soto, D., Wittig, E., Guerrero, L., Garrido, F. y Fuenzalida, R.** 2006. Alimentos funcionales: comportamiento del consumidor chileno. *Rev. Chil. Nutr.*, 33(1):43-54. [En línea] <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182006000100005&script=sci_arttext> [Consulta: diciembre, 2008]
- USDA.** [En línea]. Economic Research Service. Vegetables and Melons Outlook. Yearbook 2007. United States Department of Agriculture. <<http://www.ers.usda.gov/Publications/VGS/>> [Consulta: diciembre, 2008]

ANEXO 4. Documentación disponible y contactos

La publicación *Resultados y Lecciones en Cultivo del Hongo Gargal* se encuentra disponible a texto completo en el sitio de FIA en Internet (www.fia.gob.cl), en la sección Banco de Negocios FIA.

El Banco de Negocios FIA se implementó durante el año 2008 y su objetivo es transferir un conjunto de opciones de proyectos y negocios factibles desde el punto de vista de su rentabilidad económica y viabilidad técnica, incluyendo además, información de los ámbitos de mercado, gestión y comercialización.

También incorpora el análisis de los resultados de iniciativas y proyectos con bajo potencial de aplicación inmediata por otros usuarios, aunque con resultados valiosos y orientadores, donde se consignan las oportunidades y las limitantes que quedan por superar en las opciones analizadas.

Este servicio técnico comercial es una instancia pionera en Chile, que se inserta en el trabajo que realiza la Fundación y está orientado a difundir y explotar los resultados valorizados de los proyectos que ha cofinanciado.

Para ingresar directamente a las publicaciones, siga los pasos que se detallan a continuación:

1º: entrar a <http://aplicaciones.fia.cl/valorizacion/home.aspx>

2º: en el menú (izquierda) seleccionar "Planes de negocio y modelos aprendidos-Documentos"

3º: seleccionar "Ver Todo"

4º: seleccionar "Ver Ficha"

5º y último: seleccionar "Documentos Asociados". Aquí se encuentran los libros y fichas correspondientes a cada plan de negocio o modelo aprendido.

En esta misma sección existe el campo "Precusores", que ofrece vínculos hacia los proyectos precursores que dieron origen a los documentos y que se encuentran en la base de datos de iniciativas apoyadas por FIA. Desde esta base de datos se accede a la ficha resumen de cada proyecto precursor, que contiene información adicional sobre éstos, y a los contactos de los ejecutores y profesionales participantes. Adicionalmente, esta ficha contiene un vínculo al SIG (Sistema de Información Geográfica) de FIA, para identificar con precisión la ubicación del proyecto en particular.

Toda esta documentación puede consultarse también en los Servicios de Información para la Innovación de FIA, ubicados en:

Centro de Documentación en Santiago

Loreley 1582, La Reina, Santiago. Fono (2) 431 30 96

Centro de Documentación en Talca

6 norte 770, Talca. Fono-fax (71) 218 408

Centro de Documentación en Temuco

Bilbao 931, Temuco. Fono-fax (45) 743 348