

# DIVERSIFICACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE HONGOS COMESTIBLES CULTIVADOS EN CHILE

*(Diversification and technological development of edible mushroom cultivated in Chile)*

Eduardo Valenzuela F., Isabel Saavedra S., Paulina Cáceres U.,  
Karin Basaul M., Pedro Montiel C.

Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias, Instituto de Microbiología.  
Casilla 167, Valdivia, Chile. (e.valenzu@uach.cl)

**Palabras clave:** Hongos comestibles, cultivo, eficiencia biológica, Chile.

**Key words:** Edible mushroom, culture, biological efficiency, Chile

## RESUMEN

La finalidad de este trabajo fue la obtención de basidiocarpos (setas), por lo cual se diversificó el cultivo de hongos comestibles Basidiomycetes, siguiendo los objetivos del proyecto FONDEF D05I10196. Para ello, se utilizaron diferentes sustratos agronómicos y forestales sin valor comercial (paja de trigo, aserrines, astillas de maderas, etc.). Partidas del respectivo sustrato fueron pasteurizadas por 3 horas, luego en forma independiente se depositaron en bolsas de nylon (7 K) y se sembraron con la «semilla» del hongo a ensayar, las bolsas fueron incubadas hasta la obtención de basidiocarpos. Se obtuvieron fructificaciones de: *Agrocybe aegerita* en aserrín de álamo (pero no el de pino), *Flammulina velutipes* y *Hericiium erinaceum* en aserrín de *Nothofagus* spp. y paja de trigo y *Pholiota nameko* en aserrín de pino y astillas de pino.

## ABSTRACT

The purpose of this paper was to get basidiocarps (mushrooms) that is why the culture of edible Basidiomycete mushrooms became diversified according to the objectives of FONDEF D05I 10196 project. To achieve this, different agronomic and forest substrate lacking any commercial value (wheat straw, wood sawdusts, chips etc.) were used. Pieces of the corresponding substratum were pasteurized for 3h, then they were deposited separately (independently) in 7-kg polyethylene bags and they were later on sowed with the «seed» of the fungi under test; bags were incubated until the basidiocarp appearance. Fructifications of *Agrocybe aegerita* in poplar sawdust (yet not in pine chips), *Flammulina velutipes* and *Hericiium erinaceum* in *Nothofagus* spp. sawdust and wheat straw as well as *Pholiota nameko* in pine sawdust and pine chips were obtained

## INTRODUCCION

Durante el período 2005-2008 el volumen de las exportaciones de hongos comestibles desde Chile hacia el extranjero, aumentó en un 53%, (de 3.120 a 4.780 ton). Respecto al valor de dichas exportaciones en el mismo período, éste se incrementó en un 88%, de 5,6 a 10,5 millones de dólares (Servicio Nacional de Aduanas, 2009), si bien se denota un incremento, las principales especies que el país exporta son de tipo micorrizógeno (Gradón, 2005) y corresponden a *Lactarius deliciosus* (Fr.) S.F. Gray, *Suillus luteus* (L.: Fr.) Gray y *Morchella* spp. Respecto a los hongos comestibles cultivados hoy en Chile

se producen primordialmente con fin de abastecer el mercado local: *Agaricus bisporus* (Lge.) Singer (champiñón común), *Pleurotus ostreatus* (Jac.: Fr.) Kummer (hongo ostra) y últimamente *Lentinus edodes* (Berk.) Pegler (shiitake). Adicionalmente, a través del proyecto FONDEF D02I1003 se iniciaron con éxito los primeros cultivos de *Pleurotus eryngii* (De Cand.: Fr.) Quelet (seta de cardo u ostra rey) y *Auricularia polytricha* (Mont.) Saccardo (oreja de judas) con miras a establecerse como productos exportables.

La producción a nivel mundial de hongos comestibles ha mostrado un crecimiento continuo y substancial en las últimas dos décadas, aumentando cinco veces en volumen. Cabe mencionar por ejemplo, que en el año 1980 la producción de hongos de especialidad, representaba un 30% de la producción mundial (70% correspondía a

Recibido el 16 de Noviembre 2009

Aceptado el 11 de Diciembre 2009

*Agaricus* o champiñón común, en cambio, para el año 1997 esta participación aumentó a un 70%, denotando un claro crecimiento (Chang, 1999). En Estados Unidos en el período 2006-2007 las ventas de hongos de especialidad alcanzaron valores de US\$ 46 millones, lo que representa una producción de 6.636 toneladas. Entre el 2007-2008 llegaron a los US\$ 50 millones, con un crecimiento de 8,7% (7.567 ton., alcanzando un aumento del 14%) (USDA, 2008).

El mercado de hongos comestibles 'exóticos' o de especialidad se encuentra en expansión en Europa y USA y se espera que siga creciendo, debido a cambios en el gusto de los consumidores y el potencial de diversificación que han manifestado los productores. El cambio en el gusto de los consumidores se debe principalmente al interés en los beneficios nutricionales y medicinales de los hongos comestibles (Beetz & Greer, 2000). El consumidor exige actualmente productos de origen sano y que ayuden a prevenir o remediar algún tipo de enfermedad, existiendo antecedentes que demuestran la capacidad que poseen algunos constituyentes de los hongos para prevenirlas y para algunos fines terapéuticos. Por otra parte, los hongos comestibles presentan ventajas de tipo culinarias (variedad de platos y preparaciones). Finalmente, cabe mencionar que el sustrato sobre el cual se cultivan los hongos, luego de la obtención de las setas, también es un subproducto utilizado como abono natural para prados, para mejorar principalmente algunas propiedades físicas de suelos agrícolas. Además puede ser un complemento en los procesos de fertilización, disminuyendo así los costos en fertilizantes (Mingxin & Chorover 2005; Uzun, 2004).

Desde el punto de vista productivo, el cultivo de setas comestibles respecto a las setas silvestres, presenta ventajas competitivas, ya que se puede obtener producciones durante todo el año, y no depende de factores ambientales, obteniéndose al mismo tiempo productos de mayor calidad y con tecnologías limpias.

Debido a que la producción mundial de hongos comestibles presenta un fuerte patrón de diversificación y aumento en su demanda, el presente proyecto representa una clara oportunidad de desarrollo para el país mediante la creación de nuevos negocios productivos y tecnológicos a través de la diversificación de la producción y de los

subproductos obtenidos para la industria farmacéutica y la agricultura. Por lo tanto, se ensayó el cultivo de hongos Basidiomycetes de las siguientes especies: *Agrocybe aegerita* (Brig.) Singer, *Flammulina velutipes* (Cur.:Fr.) Singer, *Hericiium erinaceum* (Bull.:Fr) Persoon y *Pholiota nameko* (T. Itô) S. Ito & S. Imai; en sustratos agroforestales que no tienen valor económico (aserrines de álamo, *Nothofagus* spp., pino, astillas de pino y paja de trigo).

## MATERIALES Y METODOS

Las cepas de *A. aegerita*, *F. velutipes*, *H. erinaceum* y *P. nameko*, fueron adquiridas en Mycelia (Bélgica) cultivándose en agar malta (AEM 2%) y propagándose en granos de trigo estériles (semilla fúngica), de acuerdo a Mella (2006). Como sustratos se utilizaron individualmente los que se indican en Tabla 1.

La paja de trigo fue cortada entre 3-4 cm de largo y las astillas ente 0.5 a 1 cm de largo, luego individualmente todos los sustratos fueron humectados con agua potable durante 12 horas y posteriormente fueron sometidos individualmente a pasteurización por 3 horas. A continuación y en forma individual cada sustrato (7 kilos) fue depositado al interior de bolsas de nylon transparentes (30 x 70 cm) y posteriormente fue sembrado con la «semilla» (granos de trigo colonizado por micelio) del hongo a ensayar. Una vez sembrado el sustrato, la boca de la bolsa se cerro herméticamente y se sello con cinta adhesiva. Por cada sustrato y hongo se sembraron 25 bolsas. Las bolsas fueron incubadas a 23°C y 80% humedad relativa, hasta total colonización (en una habitación de la planta piloto de hongos comestibles, ubicada en el Fundo Teja Norte de la Universidad Austral de Chile), terminado el período de incubación, las bolsas fueron cuidadosamente perforadas y trasladadas a una cámara de inducción (de la misma planta piloto), para la formación y salida de los basidiocarpos. En esta última etapa se aplicaron los parámetros de luminosidad (Mella, 2006), temperatura, dependiendo del hongo a cultivar y humedad relativa (80%). Los basidiocarpos obtenidos fueron cosechados a tamaño comercial y pesados. Después de cosechar los basidiocarpos en cada bolsa, se determinó la eficiencia

Tabla 1. Sustratos a utilizar para determinar la posible producción de setas

Especie fúngica	Sustratos a ensayar				
	1	2	3	4	5
<i>Agrocybe aegerita</i>	+ -		+ -		-
<i>Flammulina velutipes</i>	- +		-	-	+
<i>Hericiium erinaceum</i>	- +		-	-	+
<i>Pholiota nameko</i>	- -		+	+	-

1 = Aserrín de álamo. 2 = Aserrín de *Nothofagus* spp. 3 = Aserrín de pino (*Pinus radiata*). 4 = Astillas de pino (*P. radiata*). 5 = Paja de trigo. (+) = crecimiento

Tabla 2. Sustratos donde se obtuvieron setas de hongos comestibles

Especie hongo	Sustratos				
	1	2	3	4	5
<i>Agrocybe aegerita</i>	38	- 0 -			-
<i>Flammulina velutipes</i>	- 51		-	-	92
<i>Hericiium erinaceum</i>	- 84		-	-	85
<i>Pholiota nameko</i>	- -		84	70	-

1 = Aserrín de álamo. 2= Aserrín de *Nothofagus* spp. 3= Aserrín de pino (*P. radiata*). 4 = Astillas de pino (*P. radiata*). 5 = Paja de trigo. El número indica el promedio de setas obtenido a partir de 25 bolsas/sustrato/hongo ensayado.

biológica (EB), mediante la relación: peso fresco de los basidiocarpos cosechados por bolsa, versus la cantidad de sustrato seco (los sustratos fueron secados individualmente a 80 °C por 48h). Los resultados fueron analizados a través de un análisis de varianza y las diferencias entre las medias, se evaluaron mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Para todos los hongos propuestos se obtuvieron setas de buena calidad comercial (Tabla 1, Fig. 1). Por otra parte, en la mayoría de los sustratos sugeridos se logró colonización y posterior fructificación de los hongos ensayados, la excepción la constituyó el sustrato aserrín de pino (3), para *A. aegerita*. Según Staments (2000), esto podría deberse a las resinas que presentan los residuos y maderas de *P. radiata*, que posiblemente inhibe el crecimiento del micelio y fructificación de *A. aegerita*, inhibiendo la colonización.

Con *A. aegerita* (Fig. 1A), se lograron setas con un pileo de 2,5-8 cm de diámetro, convexo y en la madurez plano, liso, gris-amarillento en la juventud pasando gris-café con el centro café oscuro. Láminas delgadas, en la juventud de color gris llegando a ser de color café oscuro. Estipe de 5-11 x 1-2 cm, cilíndrico, central, blanco a blanco-plomizo con un anillo membranoso, usualmente de color café por las esporas que caen desde las láminas. Este hongo crece en forma saprófita formando grupos alrededor de la base de troncos o tocones de *Populus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Salix*, *Acer* y *Fraxinus* se distribuye en forma natural en el sudeste de Estados Unidos, Europa y China. Esta descripción coincide con la señalada por Breitenbach & Kränzlin (1995) y Staments (2000).

Con *F. velutipes* (Fig. 1B), se lograron setas que presentaron un pileo de 0,5-4 cm de diámetro, convexo a plano convexo o plano, de margen irregularmente ondulado y superficie lisa, viscosa de color amarillo a amarillo-anaranjado, en el centro más oscuro y hacia el margen pálido. Láminas adnatas, de color blanco pasando a amarillentas-anaranjadas pálidas. Estipe de 1,5-7 x 0,1-0,8

cm, cilíndrico, +/- central hacia el ápice mas delgado, café a negro con el ápice amarillento, velutinoso, hacia la base estrigoso. Este hongo crece en forma saprofito sobre madera muerta específicamente de *Salix*, *Fagus* y *Alnus*, raramente de *Abies* u otras coníferas. Se distribuye en las regiones templadas del mundo, crece desde el nivel del mar hasta la línea de árbol. Esta descripción coincide con la señalada por Breitenbach & Kränzlin (1991) y Staments (2000).

Con *H. erinaceum* (Fig. 1 C), se obtuvieron basidiocarpos de hasta 15 cm de diámetro de forma coraloide o en cascada, con espinas dorsales que no se bifurcan. Típicamente los basidiocarpos son de color blanco, cuando envejecen se descolora a color marrón-amarillo, especialmente en el ápice. Crece en árboles moribundos o muertos de roble, nogal, haya y arce. Se distribuye en forma natural en Norte America, Europa, China y Japón. Esta descripción coincide con la señalada por Staments (2000).

Con *P. nameko* (Fig. 1 D), se lograron setas que presentaron un pileo de 2-8 cm de diámetro, convexo a plano convexo, amarillento a anaranjado, cubierto por un mucus pegajoso. Láminas adnatas, de color blanco-amarillento llegando a ser de color café en la madurez. Estipe de 5-7 x 1,5-4 cm, cilíndrico, cubierto con las fibrillas, igual o hinchado cerca de la base. Crece en troncos y tocones de maderas duras específicamente en robles y hayas (*Fagus crenata*). Se distribuye en forma natural en los bosques de las montañas templadas de China y Taiwan, también ha sido descrita de las islas del norte del Japón. Esta descripción coincide con la señalada por Staments (2000).

En lo que se refiere al numero promedio de setas, este fue mayor para *F. velutipes* cuando se cultivo en paja de trigo, esto se debería a que las setas son de pequeño tamaño y fructifican en forma cespitosa (forma de racimos), tanto en forma natural como cuando se cultiva artificialmente (Lazo, 2001; Staments, 2000).

En lo que respecta a la eficiencia biológica (EB), si bien es cierto, los ensayos realizados son experimentales y la infraestructura empleada no es de tipo industrial, por



Figura 1. Basidiocarpos de los hongos cultivados: A = *Agrocybe aegerita*. B = *Flammulina velutipes*. C = *Hericium erinaceum*. D = *Pholiota nameko*

una parte los resultados obtenidos son alentadores y la mayoría de ellos serían aceptables a nivel industrial, así para *A. aegerita* cultivado en aserrín de álamo se determinó una EB de  $21,3 \pm 5$ ; por su parte, para *F. velutipes* en aserrín de *Nothofagus* se determinó una EB de  $26,0 \pm 5$  y en paja de trigo una EB  $51 \pm 5$ ; en lo que respecta a *H. erinaceum* en aserrín de *Nothofagus* y en paja de trigo se determinó una EB.  $46,62 \pm 5$ , finalmente para *P. nameko* en aserrín de pino la EB.  $46 \pm 5$  y en astillas de pino la EB fue de  $41,0 \pm 5$ . Cabe hacer notar que las EB determinadas para los hongos cultivados están dentro de las presentadas para otros hongos comestibles que se cultivan, como Mella (2006), quien señala para *Pleurotus eryngii* EB desde 24 a 42, 7; Sánchez et al. (2004), para *Agaricus bisporus* indican EB que van desde 42 a 67, e indican que estas diferencias se deberían al tipo de sustrato y condiciones de los experimentos.

Estos resultados son preliminares y se continúa

trabajando para mejorarlos.

## CONCLUSIONES

Por primera vez en Chile, se lograron cultivar los hongos comestibles *Agrocybe aegerita*; *Flammulina velutipes*; *Hericium erinaceum* y *Pholiota nameko*.

La obtención de basidiocarpos o setas de estos 4 basidiomicetos, se logró en sustratos agro-forestales (aserrín de: álamo, pino (*Pinus radiata*) y *Nothofagus* spp., astillas de pino (*P. radiata*) y paja de trigo), con escaso o nulo valor comercial, pudiendo utilizarse para el cultivo de setas.

**AGRADECIMIENTOS:** Al proyecto FONDEF D05110196 y asociados: Agrícola Pitama Ltda. Biogram S.A., Hongos del Sur; Hugo Bustamante; Javier Weisser; Jorge Hoell, Laboratorio Knop Ltda., Laboratorio Vergara &

Kummerlin; Sociedad Yago Mardones; Sociedad Agrícola los Colonos Ltda. y Setas Villarrica.

## REFERENCIAS

- Chang, S-T** . (1999). World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. in China. International Journal of Medicinal Mushrooms 1:291-300
- Beetz, A. & Gr eer, L.** (2000). ATTRA- Appropriate T echnology Transfer for Rural Areas. On line: <http://www.attra.org>.
- Breitenbach, J. & Kränzlin, F** . (1991). Fungi of Switzerland, Vol. 3. Boletes and agarics 1st part. Ed. Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Breitenbach, J. & Kränzlin, F** . (1995). Fungi of Switzerland, Vol. 4. Agarics 2nd part. Ed. Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Gradón, A.** (2005). Hongos comestibles, una opción para la economía rural. Revista Chile Forestal N° 308:50-51
- Lazo, W.** (2001). Hongos de Chile. Atlas Micológico. Salesianos S.A. Santiago, Chile.
- Mella, A.** (2006). Producción de setas en invernadero del hongo *Pleurotus eryngii* en sustratos agroforestales. Tesis Mg. Cs. Microbiología. Universidad Austral de Chile.
- Mingxin, G. & Chor over, J.** (2005). Leachate migration from spent mushroom substrate through intact and repacked subsurface soil columns. ELSEVIER. [WWW.elsevier.com/locate/wasman](http://WWW.elsevier.com/locate/wasman) (consultado el 20 de noviembre 2005).
- Sánchez, E.; Royse, D. & Hernández, G** (2004). Desarrollo de sustratos no composteados para la producción de *Agaricus bisporus*. Mushroom Biology and Mushroom Products. Sánchez *et al.* (eds). 2002. <http://setascultivadas.com/articulomayo2004.html> (consultado el 10/11/2009).
- Servicio Nacional de Aduanas** (2009). On line: <http://200.72.160.89/estacomex/asp/exportaciones.asp>
- Staments, P.** (2000). Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Ten Speed Press, Berkeley, Toronto.
- United States Department of Agriculture (USDA).** (2008). Online: <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/Mush/Mush-08-22-2008.pdf>
- Uzun, I.** (2004). Use of spent mushroom compost in sustainable fruit production. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 12:157-165