

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**PERSPECTIVAS AGROINDUSTRIALES PARA HONGOS  
COMESTIBLES EN CHILE: POTENCIAL NUTRICIONAL Y  
FUNCIONAL**

**JULIO HERIBERTO MOSCOSO INFANTE**

**Santiago, Chile**

**2020**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**PERSPECTIVAS AGROINDUSTRIALES PARA HONGOS  
COMESTIBLES EN CHILE: POTENCIAL NUTRICIONAL Y  
FUNCIONAL**

**AGROINDUSTRIAL PERSPECTIVES FOR CHILEAN EDIBLE  
MUSHROOMS: NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL POTENTIAL**

**JULIO HERIBERTO MOSCOSO INFANTE**

**Santiago, Chile**

**2020**

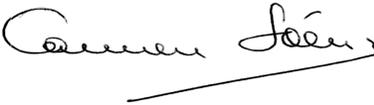
**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**PERSPECTIVAS AGROINDUSTRIALES PARA HONGOS  
COMESTIBLES A EN CHILE: POTENCIAL NUTRICIONAL Y  
FUNCIONAL**

**Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo**

**JULIO HERIBERTO MOSCOSO INFANTE**

<b>Profesores Guías</b>		<b>Calificación</b>
Sr. Juan Salvador Aguirre García* Ingeniero de Alimentos, Dr.		**
Sr. José Luis Henríquez Sáez Ingeniero Agrónomo, MS. PhD.		6,5
<b>Profesores Evaluadores</b>		
Sra. Carmen Luisa Sáenz Hernández Química Farmacéutica, Dra.		6,2
Sr. Juan Manuel Uribe Meneses. Ingeniero Agrónomo		6,3

**Santiago, Chile**

**2020**

\*Se deja constancia de su labor como profesor guía en esta memoria de título, así como también se informa que a la fecha de la evaluación el Prof. Juan Aguirre G. ya no pertenece a esta institución y por tal motivo sólo la evaluará el otro profesor guía.

## AGRADECIMIENTOS

A mis profesores guía: Juan Aguirre por haber sido un apoyo fundamental académico y en términos de desarrollo personal, además, por haber apoyado en mis proyectos de una manera totalmente abnegada. José Luis Henríquez por su generosidad y amabilidad conmigo demostrando siempre disposición a instruirme en el maravilloso reino fungí. Por otro lado, también agradezco a mi comisión: Carmen Sáenz y Juan Manuel Uribe, ambos se esforzaron mucho por contribuir en mi trabajo y sus aportes fueron realmente significativos. Quiero hacer un pequeño homenaje a la profesora Sonia Acevedo (QEPD), ella me enseñó mucho, pero una de las cosas más importantes fueron sus tácticas para abordar cualquier problemática en la vida: “Mantener la calma, Pensar y responder” ¡Gracias de todo corazón!

Quiero agradecer también a mi familia: a mi madre, Loreto Infante, de no ser por ella y su constante fe en mí, mis logros serían drásticamente menores. A mis padres Julio Moscoso Y Guido Araya, ambos se han preocupado mucho por mí y lo han dado todo por mi felicidad y bienestar. A mis hermanos Máximo y Pablo (QEPD). A mis primos Alexis, quien siempre estuvo dispuesto a acompañarme mientras trabajaba, también a Mauricio “Marsh”, quien me regaló más de una palabra de apoyo cuando lo necesite, “un duelin?”.

A mis amigos: José Pizarro, Quien siempre estuvo atento a mi estado, me ofreció constante compañía y apoyo para continuar con este arduo trabajo. Haze, ya que, en más de alguna ocasión me permitió trabajar a su lado mientras aliviaba el ambiente con alguna conversación amena. Alejandro “Jeino” Díaz quien en conjunto a su padre encontraron la forma de transmitirme paz y seguridad cuando me vieron nervioso. Lorena Fuentes, quien con su ejemplo y desempeño me inspiró a dar lo mejor de mí. Patricio Farah, aquel que con palabras a veces algo toscas pero efectivas, me instó a continuar cuando me sentía cansadísimo. Melanie Salinas, por cuidar de mí y siempre estar atenta a mi estado, acudiendo a mi rescate cuando lo necesitaba. Leonardo Piriz, Aun a la distancia estuviste presente y con amables palabras me ayudaste a continuar.

Por último pero no menos importante, a todos aquellos que han contribuido a abordar este proceso desde dirección, haciendo especial énfasis en Alessandra Fuentealba y Rubén Sepúlveda.

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	6
<b>ABSTRACT</b>	7
<b>INTRODUCCIÓN</b>	8
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	11
<b>RESULTADOS</b>	12
<b>Hongos comestibles: morfología, características nutricionales y funcionales</b>	12
<i>Agaricus arvensis</i> Schaeff	12
<i>Agaricus augustus</i> Fr.	13
<i>Agaricus campestris</i> Schwein	13
<i>Butyriboletus loyo</i> (Phillipi) Miksík	14
<i>Chlorophyllum rhacodes</i> (Vittad.) Vellinga	15
<i>Cuphophyllum virgineus</i> (Wulfen) Kovalenko	15
<i>Cyclocybe aegerita</i> (V. Brig.) Vizzini	16
<i>Cyttaria berteroi</i> Mont	17
<i>Cyttaria espinosae</i> Lloyd	18
<i>Fistulina hepatica</i> (Schaeff.) With.	19
<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	20
<i>Grifola gargal</i> Singer	22
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	23
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	24
<i>Morchella esculenta</i> (L.) Pers.	25
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm	28
<i>Ramaria flava</i> (Schaeffer) Quélet	30
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	31
<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel	33
<i>Volvopluteus gloiocephalus</i> (DC.) Vizinni, Contu & Justo	35
<b>Realidad nacional y contrastes internacionales</b>	36
<b>Situación nacional, innovación como una alternativa</b>	36
<b>Panorama internacional</b>	37
<b>Alimentos procesados en base a hongos comestibles</b>	37
<b>DISCUSIÓN</b>	39
<b>CONCLUSIÓN</b>	44
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	45
<b>ANEXOS</b>	58

## RESUMEN

Los problemas de salud, específicamente los que están relacionados con una mala alimentación, son en gran medida una consecuencia de la baja accesibilidad a alimentos saludables, es por ello que se realizó esta investigación enfocada en los hongos comestibles como alternativa. Posterior a una revisión bibliográfica preliminar, se logró verificar que abundan las especies de hongos comestibles en el país, sin embargo, muchas de estas están siendo desaprovechadas, encontrándose diversos casos en que no se han reportado antecedentes de sus características beneficiosas. En esta investigación se indagaron aspectos asociados a las características nutricionales y potenciales aspectos funcionales asociados a los hongos comestibles en Chile. Se reunió información relacionada a los proyectos innovadores que trabajan con cuerpos frutales comestibles, en conjunto a ello, se planteó la agroindustria como alternativa de revalorización de los hongos comestibles, contrastando con referentes internacionales los cuales, mediante la implementación de tecnologías, han intentado acercar estos alimentos al diario vivir de las personas, otorgando la oportunidad de aprovechar los aportes que los hongos comestibles pueden brindar. En base a los resultados obtenidos se concluyó que los hongos comestibles, efectivamente tienen potencial nutricional y funcional asociado a la producción de nuevos alimentos saludables, funcionales e innovadores, sin embargo, están siendo desaprovechados ya que se encuentran especies cuya información nutricional y funcional no ha sido reportada.

## ABSTRACT

At the first instance, it was suggested that health problems, specifically those related to a poor diet, are largely a consequence of the low supply of accessible healthy foods, which is why this research was carried out focusing on edible mushrooms such as alternative. After a preliminary bibliographic review, it was possible to verify that edible mushroom species abound in the country; however, many of these are being wasted, leading to various cases in which there not antecedents of their beneficial characteristics have been reported. On this research, aspects associated with nutritional characteristics and potential functional aspects associated with edible mushrooms in Chile had been investigated. Information related to innovative projects that work with edible fruit bodies was gathered , together with this, agroindustry was proposed as an alternative to revalue edible mushrooms, contrasting with international references which, through the implementation of technologies, have tried to bring closer the nutritional food to the daily lives of people, giving the opportunity to take advantage of the contributions that edible mushrooms can provide. Based on the results obtained, it was concluded that edible mushrooms do have nutritional and functional potential associated with the production of new healthy, functional and innovative foods, however, they are being wasted since there are species that's nutritional and functional information has not been reported.

## INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica derivada de múltiples factores, la cual está asociada a complicaciones de salud potencialmente graves y con una alta prevalencia a nivel mundial. Tanto es así, que en el año 2004 se empieza a considerar como la "pandemia del siglo XXI" (Suárez et al., 2017), lamentablemente Chile no escapa a esta realidad (Vio, 2018). Un estudio chileno realizado por Lira y Vio (2016) reveló que el 49,3% de los niños en etapa preescolar presentan algún tipo de sobrepeso, mientras que un 61,3% de los adultos lo presentan, sin embargo, como lo señalaron Martínez et al. (2020), estas cifras no han bajado con los años, llevando a Chile a ser el país con mayor población adulta con obesidad y sobrepeso a nivel mundial (74%), situándolo por encima de México (72,5%) y Estados Unidos (71%).

La dieta es una de las principales causas asociadas al sobrepeso y obesidad (Rossana et al., 2016; Nair, 2020), con alimentos de alta concentración energética, ricos en grasas saturadas, carbohidratos y sal, en conjunto con ello una baja presencia en la dieta de frutas, verduras y legumbres, que sumado al aumento del sedentarismo y baja actividad física, representan el estilo de vida actual de gran parte de los chilenos (Olivares et al., 2006; Muros et al., 2016; Da Silva et al., 2020 ) donde el 81,3% de la población es inactiva o medianamente inactiva (MINDEP, 2019).

Por lo anterior, existe una necesidad de generar alimentos utilizando materias primas saludables, naturales y benéficas para el organismo. En este contexto, los hongos, plantean una alternativa nutritiva y saludable (Maruyama e Ikekawa, 2007; Kang, 2012; Agrawal y Dhanasekaran, 2019; Ma et al., 2018; Tepsongkroh et al., 2020; Ye et al., 2020). Por ejemplo, el champiñón blanco o champiñón Paris (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach) presenta solo 32,5 Kcal por 100 g (Valverde et al., 2015), además, presenta un bajo contenido de grasas, cualidad nutricional destacable (Vega y Heriberto, 2013; Lu et al, 2020), así mismo, se han observado valores de proteínas interesantes, variando desde 14 a 52 g/100 g de peso seco (Petrovska, 2001). En un estudio realizado por Yin y Zhou (2008), se planteó que la composición aminoacídica de los hongos es cercana llegando al punto de ser potencialmente mejor que la proteína de soja, incluso se menciona que algunas especies pueden presentar una proporción de aminoácidos esenciales semejante a los huevos de gallina.

Además de los aspectos nutricionales antes mencionados, los hongos poseen gran cantidad de funciones medicinales (Wasser (2011); Das et al., 2020), destacando entre ellas efectos benéficos tales como: antitumorales (Zhang et al., 2007), inmunomoduladores (Wasser, 2002), antioxidantes (Murcia et al., 2002), cardiovasculares (Khan et al., 2000), antihipercolesterolemia (Mohamed y Farghaly, 2014), antivirales (Teplyakova et al., 2012), antibacterianos (Hearst et al., 2009), antifúngicos (Wasser, 2007), desintoxicantes (Dai, et al., 2009), hepatoprotectores (Wasser, 2010) y antidiabéticos (Gao et al., 2004). Para el caso de una especie consumida a nivel nacional, como lo es *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., ésta sintetiza una gran variedad de compuestos bioactivos (Duarte et al., 2020), destacando entre ellos: polisacáridos como los alfa y beta-glucanos (Palacios et al., 2012; Morales et al., 2020) lacasa la cual se ha demostrado que posee efectos inhibitorios en la replicación del

virus de la hepatitis tipo C (EL-Fakharany et al., 2010) y flavonoides con efecto cardiovasculares (Unekwu et al., 2014; Motohashi, 2012; Mahmoud et al., 2019). Por lo que de acuerdo con los antecedentes anteriores, los hongos comestibles presentan un gran potencial a desarrollar como materia prima para la producción de alimentos agroindustriales (Cerón et al., 2020; Salehi, 2020 Lu, 2018 Wang, 2020).

Chile presenta variedad de especies comestibles, dentro de las cuales se encuentran : *Agaricus arvensis* Schaeff, *Agaricus augustus* Fr., *Agaricus campestris* Schwein, *Butyriboletus loyo* (Phillipi) Miksík, *Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga, *Cuphophyllum virgineus* (Wulfen) Kovalenko, *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Singer, *Cyttaria berteroi* Mont., *Cyttaria espinosae* Lloyd, *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With., *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Grifola gargal* Singer, *Lactarius deliciosus* (L.) Gray, *Lepista nuda* (Bull.) Cooke, *Morchella esculenta* (L.) Pers., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, *Ramaria flava* (Schaeffer) Quélet, *Suillus granulatus* (L.) Roussel, *Suillus luteus* (L.) Roussel., todas mencionadas por Lazo (2001) en su atlas micológico y que, si bien en los últimos años el consumo de champiñones en Chile ha aumentado fuertemente, éste es cercano a los 300 g, magnitud muy inferior al de países desarrollados como Holanda (11,6 kg per cápita), Irlanda (6,1 kg per cápita) o Bélgica (4,5 kg per cápita) (Garcés, 2013; Castañón, 2017). Por otro lado, Chile realiza importaciones anuales de hongos comestibles con volúmenes de 0,9 toneladas (ODEPA, 2019), lo que indicaría la ocurrencia de una demanda no saciada por la producción nacional, sobre todo considerando que en 2015 la demanda mundial para el mercado de hongos fue sobre USD 35 mil millones, cifra que se espera supere los USD 60 mil millones para el año 2021 (Agrimundo, 2015).

A pesar de las características saludables y expectativas comerciales mundiales para los hongos, en Chile, éstos generalmente son consumidos frescos, enlatados o deshidratados (Muñoz y Antonio, 2005; Castañón, 2017), sin presentar una mayor transformación, como queda demostrado en la mayoría de proyectos de investigación elaboradores en Chile (Anexo 1) entre los años 1994 y 2019, según lo muestran los registros del Observatorio para la Innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal (OPIA, 2020), en contraste a las tendencias mundiales las cuales apuntan a la incorporación de valor agregado a éste tipo de alimento (Alvídrez et al., 2002; Ceron et al 2020; Lu et al., 2020 Wang, 2020), existiendo a día de hoy *snacks* de hongos, fideos instantáneos, refrescos, entre otros productos (Astuti et al., 2020; Ahmad et al., 2020; Brennan et al., 2012; Djamila y Bahariawan, 2020; Heo et al., 2014; Lang, 2020; Lu, 2018 ; Lu et al, 2020; Liu et al., 2020; Salehi, 2020; Kearney et al., 2020), por lo que resulta interesante poder hacer una reseña bibliográfica de la situación de este nicho de mercado a nivel nacional, así como, recopilar información nutricional para promover el desarrollo de nuevos alimentos saludables y funcionales en base a hongos producidos en Chile.

## **Objetivo general**

- Recopilar, analizar y clasificar información bibliográfica referente a los hongos comestibles presentes en Chile, considerando características nutricionales y saludables. Además de contextualizar el procesamiento agroindustrial actual y perspectivas agroindustriales de estas materias primas, discutiendo mediante la contrastación con referentes internacionales, aspectos asociados al desarrollo de alimentos en base a materias primas fungosas.

## **Objetivos específicos**

- Reunir información de los hongos comestibles presentes en Chile destacando características macroscópicas, distribución, información nutricional y aspectos funcionales de la materia prima, comparando estos antecedentes con algunos referentes alimenticios, generando una instancia de discusión respecto al potencial que presentan estas materias primas.

- Recabar información sobre el procesamiento agroindustrial actual y perspectivas futuras sobre hongos comestibles procesados en Chile comparando con referentes internacionales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Lugar de estudio**

El trabajo se llevó a cabo en el Departamento de Agroindustria y Enología, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile,

### **Materiales**

- Bases de datos en línea: Web of Science, Sciencedirect, Catálogo Bello del Sistema de Servicios de Información y Bibliotecas (SISIB) de la Universidad de Chile, entre otros.
- Libros.
- Artículos de revistas científicas, como, por ejemplo, *Food Technology*, *Food Science and Technology*, *Food and Function*, entre otras.
- Tesis y Memorias de Título afines
- Base de datos de proyectos nacionales (CORFO, FIA, etc.)

### **Métodos**

Para comenzar se reunió información de los hongos comestibles presentes en el país, se siguió la nomenclatura de *Index Fungorum* ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)) con la finalidad de mantener actualizados los nombres científicos, posteriormente se procedió a investigar aspectos asociados a sus características macroscópicas, indagando en la morfología de estos cuerpos frutales, continuando con las características nutricionales, explorando aspectos basados en la información nutricional, enfatizando en el contenido de proteína para continuar profundizando en la composición aminoacídica. En el caso de que los hongos no presentaran información nutricional reportada, se documentaría eso en esta memoria, con la intención de recalcar la ausencia de esta información y respaldar la idea de los hongos comestibles como un recurso menospreciado.

Posterior a la identificación de elementos nutricionales, se prosiguió a la indagación de características funcionales que podrían presentar cada una de las especies aquí nombradas, prestando especial atención a los aspectos que podrían tener algún impacto positivo en la salud de las personas, citando también en algunos casos ejemplos de alimentos funcionales innovadores elaborados con estos hongos.

Para finalizar, se reunió información de las bases de datos asociadas a proyectos adjudicados, para presentar una visión actual de los procesos agroindustriales con los que se están trabajando los hongos a nivel nacional en líneas innovadoras.

## RESULTADOS

### Hongos comestibles: morfología, características nutricionales y funcionales

#### *Agaricus arvensis* Schaeff (Figura 1)

##### Características morfológicas.

En base a la descripción realizada por Lazo (2001). El píleo es de 80-150 mm de diámetro, blanco, al envejecer amarillento a ocre pálido, convexo cuando joven después convexo aplanado, liso o flocoso con escamas, seco. Lamelas libres, de color gris pálido, después rosáceo, finalmente pardo purpúreas. Estípite de 80-130 x 15-25 mm, concoloro con el píleo, carnoso, con la base algo engrosada, flocoso bajo el anillo. Anillo bien desarrollado, persistente.

##### Características nutricionales.

Las características nutricionales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición nutricional de *Agaricus arvensis*

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	2,87 g
Grasas totales	0,14 g
Hidratos de carbono	1,91 g
Valor energético	28,00 kcal

Elaboración propia en base a los datos reportados por Barros et al. (2007).

No se encontraron antecedentes de composición mineralógica ni de perfiles aminoacídicos.

##### Características funcionales.

No se encontraron antecedentes de características funcionales.



Figura 1. *Agaricus arvensis*. Fotografía obtenida de Sociedad de Ciencias Aranzadi, SCA ([www.aranzadi.eus](http://www.aranzadi.eus)).

***Agaricus augustus* Fr. (Figura 2)**

**Características morfológicas.**

Píleo color marrón claro, cubierto por pequeñas escamas morenas; contexto blanco tornándose amarillento al madurar; láminas libres, rosadas que en la madurez oscurecen; estípote de 10-15 x 3 cm diámetro, con escamas flocosas (ramificadas de manera lateral como flecos) de color moreno amarillento, con anillo súpero, amplio, libre, estriado en la parte interna (Pérez, 2018).

**Características nutricionales.**

No se encontraron antecedentes.

**Características funcionales.**

No se encontraron antecedentes.



Figura 2. *Agaricus augustus*. Fotografía obtenida de [www.fichasmicologicas.com](http://www.fichasmicologicas.com).

***Agaricus campestris* Schwein (Figura 3)**

**Características morfológicas.**

Píleo de 40-100 mm; blanco, o blanquecino con ligeros tonos rosado-castaño claro, fibriloso con flecos. Estípote de 47-80 x 9-17 mm, blanco, flocoso, escamoso por debajo del anillo; cilíndrico y estrechándose ligeramente hacia la base. Anillo súpero, delgado, simple, estrecho. Contexto blanco; cuando se corta, levemente rosado en la parte superior del pie (Albertó, 1996).

**Características nutricionales.**

No se encontraron antecedentes.

**Características funcionales.**

No se encontraron antecedentes.



Figuras 3. *Agaricus campestris* fotografía obtenida de la Asociación Micológica El Royo (www.amanitacesarea.com).

#### ***Butyriboletus loyo* (Phillipi) Miksík (Figura 4)**

##### **Características morfológicas.**

Píleo de 10-35 cm de diámetro, convexo a planoconvexo. Cutícula seca, vellosa rojo-vinoso a púrpura, en los carpóforos maduros con tonos amarillos sobre todo cuando la cutícula se rompe en polígonos irregulares. Margen entero con un conspicuo velo membranoso. Tubos de 0,8-1,5 cm de largo, emarginado deprimidos alrededor del estípote, amarillos y en la madurez oliva variando de amarillento a oliva-marrón. Poros superiores de 0,1 cm de diámetro, redondos, Estípote de 8-20 x 4-10 cm, robusto, claviforme a ventricoso, seco, algo flocoso o pruinoso a veces velutino, sin reticulaciones, amarillo hacia el ápice cuando joven, tornándose vinoso-rojo o púrpura en la madurez. Carne al corte consistente, amarillo-marfil, púrpura bajo la cutícula y hacia la base del estípote (Valenzuela, 2003).

##### **Características nutricionales.**

No se encontraron antecedentes de sus características nutricionales.

##### **Características funcionales.**

No se encontraron antecedentes de sus características funcionales.



Figura 4. *Butyriboletus loyo*, cortesía de José Luis Henríquez Sáez

***Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga (Figura 5)**

**Características morfológicas.**

Tiene un píleo de 90 a 180 mm de diámetro, sin mamelón, convexo cuando joven, llegando a ser plano y umbonado con la madurez, con abundantes escamas color canela en la superficie. Las lamelas son blancas, libre y anchas. El estípote es de color blanco parduzco, mide hasta 200 x 30 mm de largo y ancho, con un anillo doble y una volva grande. Se caracteriza por su carne rojiza cuando se rompe (Cruz, 2016).

**Características nutricionales.**

No se encontraron antecedentes.

**Características funcionales.**

No se encontraron antecedentes.



Figura 5. *Chlorophyllum rhacodes*, obtenidas de [www.mushroomexpert.com](http://www.mushroomexpert.com), (Kuo, 2017)

***Cuphophyllum virgineus* (Wulfen) Kovalenko (Figura 6)**

**Características morfológicas.**

Píleo de 10-40 mm de diámetro, blanco a blanquizco, obtuso a convexo, después aplanado, a menudo deprimido o umbilicado, glabro, glutinoso en estado fresco. Lamelas blancas, algo amarillentas al envejecer, decurrentes, distantes, delgadas, más bien estrechas, algo intervenosas. Estípote de 20-50 x 2-6 mm, blanco, parejo o adelgazado hacia abajo, a veces algo estriado, seco, glabro, al envejecer hueco. Contextura delgada, blanca (Lazo, 2001).

**Características nutricionales.**

No se encontraron antecedentes.

**Características funcionales.**

No se encontraron antecedentes.



Figura 6. *Cuphophyllus virgineus*, fotografía obtenida de Guía de setas y hongos de Navarra (<http://guiahongosnavarra1garciaabona.blogspot.com/>).

### ***Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini (Figura 7)**

#### **Características morfológicas.**

Píleo de 2 a 14 cm, pudiendo alcanzar 20 cm de diámetro. El espécimen joven es globoso, hemisférico, extensible, llegando a ser convexo, tiene una superficie irregular que se torna eventualmente deprimida. Seco con alguna depresión volviéndose reseco y presentando arrugas, mostrando hendiduras conforme este madura. Color café dorado a café cuando es joven, desplegando tonos cremas o blanquecinos al madurar. Al inicio los márgenes son enrollados y regulares, luego mostrando grietas, además de eventuales depresiones conforme envejece, con bordes irregulares.

Estípite de 3 a 15 cm de largo por 0,5 a 3 cm de diámetro, es firme, fibroso, típicamente cilíndrico y central. Color blanco a ocre y el extremo superior, justamente donde llega la lámina, es hundido, blanco, denso, sedoso y posee un anillo membranoso. La superficie puede ser lisa o longitudinalmente fibrosa. Puede llegar a presentar manchas café oscuro cuando se producen las esporas.

#### **Características nutricionales.**

Las características nutricionales se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición nutricional de *Cyclocybe aegerita*

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	3,9 g
Grasas totales	0,8 g
Hidratos de carbono	6,7 g
Valor energético	30,8 kcal

Elaboración propia en base a los datos reportados por Manzi et al. (2004).

No se encontraron antecedentes del perfil mineral ni aminoacídico asociado a esta especie.

### **Características funcionales.**

No se encontraron antecedentes.



Figura 7. *Cyclocybe aegerita*, fotografía obtenida de [www.fungipedia.es](http://www.fungipedia.es).

### ***Cyttaria berteroi* Mont (Figura 8)**

#### **Características morfológicas.**

Estromas con forma de cono invertido a irregularmente globosos, con un pie cónico desprovisto de apotecios y con arrugas longitudinales, de color amarillento a anaranjado pálido en fresco, en seco ocre a marrón rojizo; con apotecios cubriendo los 4/5 a 5/6 superiores bastante separados entre sí, ubicados en domos delimitados por vallecúlas (surco entre los apotecios) pronunciadas que determinan áreas circulares a poligonales alrededor de las bocas; interiormente macizos o con canales irregulares. Consistencia carnosogelatinosa y elástica en fresco; corchoso en seco. Sin espermogonios. Diámetro mayor 3,5-8 cm; diámetro menor: 2,6-4 cm; altura: 2,2-4,5 cm (Gamundi, 1971).

#### **Características nutricionales.**

El único antecedente disponible es el publicado por Schmeda et al. (2001), quienes indican un contenido de proteína de 11,6 g/100g de muestra.

#### **Características funcionales.**

Wagner (1995), reporta que existe un efecto inmunomodulador, el cual teorizó en su estudio que estaría asociado probablemente a la presencia de polisacáridos que gatillan una respuesta inmune inespecífica.



Figura 8. *Cyttaria berteroi*, obtenida de Lazo (2001).

### ***Cyttaria espinosae* Lloyd (Figura 9)**

#### **Características morfológicas.**

Estromas globosos, de color amarillo-anaranjado a anaranjado intenso en los 2/3 superiores, donde se encuentran los apotecios, muy contiguos entre sí y separados por delgados septos, de contorno poligonal (4-6 lados); con una base estéril cónica de color blanquecino, en seco con la parte superior anaranjado-ocrácea y con la base amarillenta clara; huecos en el lugar de la columela y conteniendo un mucílago en la cavidad, espermogonios abortados. Consistencia carnosa, blanda y elástica. Olor y sabor agradable, dulzaino. Diámetro: 1,5-4,2 cm; altura 1,5-4,5 cm (Gamundi, 1971).

#### **Características nutricionales.**

No se encontraron antecedentes respecto a su información nutricional.

#### **Características funcionales.**

Schmeda et al. (2001), describieron características inmunomoduladoras administrando de manera oral 100 mg de extracto de este hongo a animales, después de 7 días evaluaron el índice de fagocitosis y la fagocitosis porcentual, y esta había aumentado considerablemente.



Figuras 9. *Cyttaria espinosae*, Fotografías obtenidas de Canifré (2013) en <http://fungichile.blogspot.com/>.

## ***Fistulina hepatica* (Schaeff.) With. (Figura 10)**

### **Características morfológicas.**

Su basidioma es de 100-250 mm de diámetro y 20-60 mm de grosor, carnoso, la cara superior de color rojo carne, papilosa, viscosa, brillante. Cara inferior rosada a pardo claro, con poros de 0,25-0,3 mm de diámetro, separados (Lazo, 2001).

### **Características nutricionales.**

Las características nutricionales generales se presentan en el Cuadro 3, mientras que el perfil aminoacídico se presenta en el Cuadro 4 y el perfil mineral en el Cuadro 5.

Cuadro 3. Composición nutricional de *Fistulina hepatica*.

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	22,60 g
Grasas totales	3,17 g
Hidratos de carbono	66,00 g
Valor energético	385 kcal

Elaboración propia en base a los datos reportados por Ouzouni et al. (2009),

Cuadro 4. Perfil aminoacídico de *Fistulina hepatica*.

Aminoácido	mg/kg	Aminoácido	mg/kg
Asparagina	16,2	Isoleucina	56,7
Glutamina	210,6	Leucina	64,8
Serina	40,5	Triptófano	40,5
Treonina	32,4	Fenilalanina	56,7
Glicina	64,8	Cisteína	17,5
Alanina	210,6	Ornitina	16,2
Valina	275,4	Lisina	24,3
Prolina	160,7	Histidina	97,2
Arginina	97,2	Tirosina	48,6

Elaboración propia en base a los antecedentes suministrados por Ribeiro et al. (2008).

Cuadro 5. Perfil mineral de *Fistulina hepatica*.

Mineral	g/kg	Mineral	g/kg
Magnesio	898,3000	Cobalto	0,00018
Cromo	0,00479	Níquel	0,00174
Manganeso	0,00719	Cobre	0,00738
Hierro	0,03890	Zinc	0,03443

Elaboración propia en base a los datos publicados por Ouzouni et al. (2009).

El efecto antioxidante fue evaluado por Ribeiro et al. (2007), en donde extractos de este hongo en medios acuosos inhibieron la oxidación producida por el peróxido de hidrogeno y

radicales de peróxido. Esto ofrece una alternativa en la formulación de alimentos con este hongo tanto como materia prima, o como acompañante.



Figura 10. *Fistulina hepatica*. Fotos obtenidas de la Sociedad Micológica Extremeña ([www.micoex.org](http://www.micoex.org)).

### ***Flammulina velutipes* (Curtis) Singer (Figura 11 y 12)**

#### **Características morfológicas.**

Píleo de 30 a 45 mm de diámetro, convexo variando a plano con un margen ligeramente estriado, liso, ligeramente pruinoso, viscidio, de color amarillo anaranjado, con la parte central más rojiza. Lámelas adyacentes, libres, escotadas, desiguales de color crema a amarillo-dorado cuando secas. Estípote de 60 a 100 mm cilíndrico con la base más estrecha completamente amarillo, fibroso cubierto de material polvoriento rojizo a pardo oscuro con la excepción de la parte más proximal al píleo (Ayala y Ochoa, 1998). Es importante tener en cuenta las modificaciones que este hongo sufre al momento de ser cultivado ya que su color cambia por completo a blanco y su píleo se reduce de tamaño a 10 mm adquiriendo también forma globosa (Lechner, 2018).

#### **Características nutricionales.**

Las características nutricionales se presentan en el Cuadro 6, mientras que el perfil aminoacídico en el Cuadro 7 y el perfil mineral en el Cuadro 8.

Cuadro 6. Composición nutricional de *Flammulina velutipes*.

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	17,6 g
Grasas totales	1,9 g
Hidratos de carbono	73,1 g
Valor energético	378 kcal

Elaboración propia en base a los datos obtenidos en la investigación de Buswell y Chang (1993).

Cuadro 7. Perfil de *Flammulina velutipes*

Aminoácido	mg/g
Glutamina	9,97
Serina	7,68
Glicina	28,48
Histidina	1,45
Arginina	3,88
Treonina	10,04
Alanina	7,59
Prolina	4,94
Tirosina	3,47
Valina	6,53
Metionina	3,10
Cisteína	8,76
Isoleucina	5,09
Leucina	5,40
Fenilalanina	5,65
Lisina	30,89

Elaboración propia en base a los antecedentes reportados por Smiderle et al. (2008).

Cuadro 8. Perfil de *Flammulina velutipes*

Mineral	mg/100g
Calcio	117,55
Potasio	2897,59
Fosforo	940,33
Sodio	75,45
Magnesio	143,04
Manganeso	0,96
Hierro	9,63
Zinc	6,77

Elaboración propia en base a los datos reportados por Smiderle et al. (2008).

### Características funcionales.

Zhao et al. (2016), reportaron que quelatos de zinc (polisacáridos de *Flammulina velutipes* con zinc) tienen un efecto antiinflamatorio, el cual disminuyó significativamente la expresión de la inflamación inducida por liposacáridos (*LPS-induced inflammatory responses*). Por su parte Leung et al. (1997), reportaron que la administración oral de *F. velutipes* presentó un efecto antitumoral en células asociadas a carcinoma hepatocelular, disminuyendo la tasa con la que aumentan de tamaño las células tumorales.



Figura 11. *Flammulina velutipes*. Obtenidas de Fichas Micológicas (<http://www.fichasmicologicas.com>).

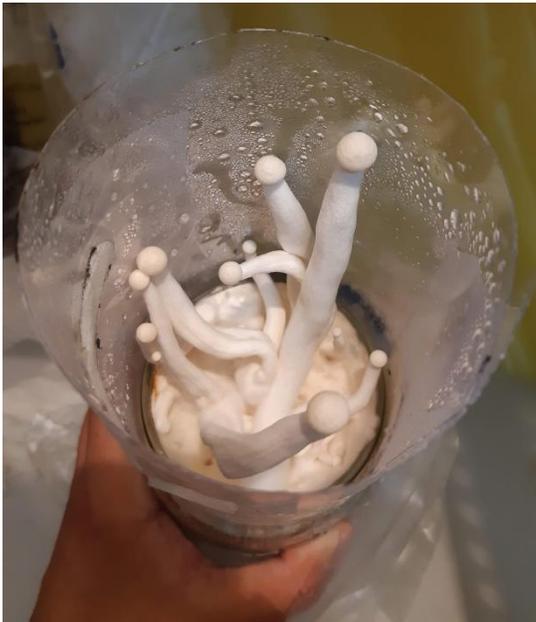


Figura 12. *Flammulina velutipes*. Cultivo realizado por estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.

### ***Grifola garga* Singer (Figura 13)**

#### **Características morfológicas.**

Píleo flabeliforme (con forma de abanico) a espatuliforme (con forma de espátula), carnoso en la juventud, luego coriáceo. Cutícula afeiltrada, pardo-canela oscuro a suboliváceo oscuro, con el margen lobulado a entero, algo estriado y más pálido. Poros blancos, lacerados. Estípite corto, recto, central, concoloro a la cutícula, reunidos con otros estípites en un punto radicante del cual parten numerosos píleos dispuestos en forma imbricada (Valenzuela, 2003).

### **Características nutricionales.**

No hay antecedentes.

### **Características funcionales.**

Mizuno et al. (2017), describieron un efecto antiinflamatorio de este hongo a partir de extractos realizados con agua caliente. Esto entrega antecedentes que sugieren un uso tanto en la formulación de extractos líquidos como en la administración directa en recetas para nuevos alimentos.



Figura 13. *Grifola gargal*. Cortesía de José Luis Henríquez Sáez.

### ***Lactarius deliciosus* (L.) Gray (Figura 14)**

#### **Características morfológicas.**

Píleo 30-100 mm de diámetro, convexo, planoconvexo a infundibuliforme (con forma de embudo), con el centro deprimido a umbilicado, superficie viscosa, fibrilosa, anaranjado claro a rojo anaranjado, más pálido al secarse, cutícula no separable de la carne, margen entero, fuertemente incurvado a plano, no transparentemente estriado. Laminillas adnatas a decurrentes, apretadas, anaranjadas, tornándose verdosas junto con el sombrero, arista entera y concolora, con lamélulas. Estípite de 35-100 x 12-22 mm, central o excéntrico, cilíndrico, recto o curvo, hueco, seco, con una pruina blanca sobre el fondo anaranjado, escrobiculado (con orificios pequeños), micelio basal blanquecino, escaso. Anillo ausente (Niveiro et al. 2009).

#### **Características nutricionales.**

Las características nutricionales se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Composición nutricional de *Lactarius deliciosus*

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	2,96 g
Grasas totales	0,22 g
Hidratos de carbono	6,26 g
Valor energético	164,88 kcal

Elaboración propia en base a los datos reportados por Barros et al. (2007).

No se han encontrado antecedentes del perfil mineral ni aminoacídico asociado a esta especie.

#### **Características funcionales.**

No se encontraron antecedentes.



Figura 14. *Lactarius deliciosus*, fotografía obtenida de Hongos de Chile (<http://hongos.cl>).

#### ***Lepista nuda* (Bull.) Cooke (Figura 15)**

##### **Características morfológicas.**

Píleo que oscila entre 6 y 12 cm, con láminas malvas, densas o apretadas y adnatas, un estipe fibroso y cilíndrico, esporas elipsoidales y blancas (tonos lila) y una cutícula que toma un atractivo color azul-violeta, desde añil a púrpura violado (Castro et al., 2014).

##### **Características nutricionales.**

Las características nutricionales se presentan en el cuadro 10, no se encontraron antecedentes referentes al valor energético. El perfil mineral se presenta en el Cuadro 11

Cuadro 10. Composición nutricional de *Lepista nuda*.

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	34,37 g
Grasas totales	3,23 g
Hidratos de carbono	56,33 g

Elaboración propia en base a los datos obtenidos por Ouzouni et al. (2009).

Cuadro 11. Composición mineral de *Lepista nuda*.

Nutrientes	µg/g
Magnesio	0,94980
Cromo	0,00059
Manganeso	0,03365
Hierro	0,74600
Cobalto	0,00039
Níquel	1,00390
Cobre	0,07506
Zinc	0,09899

Elaboración propia en base a los datos reportados por Ouzouni et al. (2009).

No se encontraron antecedentes de los perfiles aminoacídicos.

### Características funcionales.

La actividad antioxidante del micelio de *Lepista nuda* cultivado *in vitro* fue evaluada por Pinto et al. (2013), en donde se concluyó que los ejemplares de *Lepista nuda* cultivados presentan mayor proporción de macronutrientes, pero también de metabolitos secundarios tales como compuestos fenólicos, destacando su actividad antioxidante mediante la medición por métodos de actividad antioxidante y de eliminación de radicales libres.



Figura 15. *Lepista nuda*, cortesía de José Luis Henríquez Sáez.

### *Morchella esculenta* (L.) Pers. (Figura 16)

#### Características morfológicas.

Según Lozano (1994), este hongo es de aspecto robusto y compacto, llega a los 12 cm de altura y puede superar levemente los 6 cm de diámetro.

Mitra: Cónica y puntiaguda al principio, aunque posteriormente el ápice se redondea parcialmente. Primero es tan ancha como larga, aunque con el desarrollo se estiliza un poco. El color, en primera instancia gris pardo claro, pasa con el tiempo al pardo anaranjado. Las costillas primarias, que ennegrecen, son bastante gruesas y van de arriba a abajo, pero son

sinuosas y muy a menudo se anastomosan, formando alvéolos primarios alargados, que son divididos por costillas secundarias más bajas, en alvéolos secundarios, vagamente seriados. En la senectud las costillas secundarias llegan casi hasta el nivel de las primarias y entonces los alvéolos se desordenan. La valleculea (surco que se forma entre la unión de la mitra y el estípote) es muy estrecha y no se aprecia en los ejemplares muy adultos. Estípote: De longitud similar a la mitra y de un ancho, en su parte alta similar a la misma, atenuándose progresivamente hacia la base. Muy costurado (con suturas que asemejan costuras en la base) en toda su longitud y groseramente escamoso, de color blanco que tiende al ocráceo.

### Características nutricionales.

Las características nutricionales se presentan en el Cuadro 12, Tietel y Masaphy (2018) plantearon que la composición aminoacídica de *Morchella esculenta* varía en función del sustrato en el cual se encuentra y ésta se puede ver modificada también por la fertilidad del mismo. El fenotipo que determinaron como silvestre, posee la siguiente composición aminoacídica (g/100g de peso seco) la cual se presenta en el Cuadro 13. La composición mineral queda expuesta en el Cuadro 14.

Cuadro 12. Composición nutricional de *Morchella esculenta*

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	11,52 g
Grasas totales	3,90 g
Hidratos de carbono	80,50 g
Valor energético	386 kcal

Elaboración propia en base a los antecedentes reportados por Tietel y Masaphy (2018).

Cuadro 13. Perfil aminoacídico de *Morchella esculenta*.

Aminoácido	g/100g	Aminoácido	g/100g
Ácido aspártico	1,68	Metionina	1,19
Treonina	0,97	Isoleucina	0,53
Serina	0,74	Leucina	0,76
Ácido glutámico	2,82	Tirosina	1,05
Glicina	1,03	Fenilalanina	0,34
Alanina	1,22	Lisina	1,35
Cisteína	0,31	Histidina	0,34
Valina	0,82	Arginina	1,35

Elaboración propia en base a los reportados por Liu et al. (2015).

Cuadro 14. Perfil mineral de *Morchella esculenta*

Mineral	mg/kg
Cobre	11,66
Manganeso	25,00
Cobalto	1,47
Zinc	126,00
Hierro	336,00
Calcio	1404,00
Magnesio	1690,00

Elaboración propia en base a lo investigado por (Gursoy et al., 2009).

### Características funcionales.

Dentro de los aspectos más relevantes asociados a *Morchella esculenta*, destacan sus características antimicrobianas (Turkoglu et al., 2006) y antioxidantes (Vieira et al., 2016). La actividad antimicrobiana de extractos de este hongo fue evaluada por Turkoglu et al., (2006), quienes observaron un efecto inhibitorio en cultivos de *Micrococcus flavus* (Schröter) Cohn, similar al efecto inhibitorio que tiene la penicilina sobre esta bacteria. Además, mostró tener un efecto inhibitorio en cultivos de *Staphylococcus aureus* Rosenbach; bacteria que causa patologías infecciosas en la piel (Jones et al., 2003). Por otra parte, Gursoy et al. (2009), demostraron que 0,5 mg/mL de extracto de *M. conica* inhibió un 82% de la peroxidación de lípidos medido por medio del modelo  $\beta$ -caroteno–linoleato, por lo que su actividad antioxidante queda evidenciada en este estudio.



Figura 16. *Morchella* sp., cortesía de José Luis Henríquez Sáez.

## *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm (Figura 17)

### Características morfológicas.

Píleo en forma de repisa, de 4-14 cm de diámetro, blanquecino, gris o de color café grisáceo; las láminas son decurrentes, blanquecinas; presenta un estípite lateral corto, que en ocasiones puede ser excéntrico; la carne o contexto es blanca o blanquecina, con sabor y olor agradables. Los cuerpos fructíferos crecen en forma gregaria y por lo general imbricados, sobre troncos caídos o en pie (Guzmán et al. 1993).

### Características nutricionales.

Las características nutricionales se presentan en el Cuadro 15, Patil et al. (2010) plantearon que la composición aminoacídica de *Pleurotus ostreatus* varía según el sustrato en el cual éste se desarrolla, destacando entre las múltiples opciones el uso de residuos del cultivo de arroz, trigo, su mezcla y el uso de hojas de bambú. el perfil aminoacídico en base a estos antecedentes reportados queda presentado en el cuadro 16 mientras que el perfil mineral queda expuesto en el Cuadro 17.

Cuadro 15. Composición nutricional de *Pleurotus ostreatus*.

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	14,70 g
Grasas totales	1,53 g
Hidratos de carbono	78,10 g
Valor energético	385 kcal

Elaboración propia con los datos reportados por Fernandes et al. (2015).

Cuadro 16. Perfil aminoacídico de *Pleurotus ostreatus*.

Aminoácido	Rastrojo de arroz	Rastrojo de trigo	Rastrojo arroz y trigo (1:1)	Hojas de bambú
	mg/100grs de muestra			
Alanina	25,2	27,3	28,4	15,1
Arginina	20,3	23,1	20,6	20,1
Acido aspártico	41,3	33,2	39,4	30,0
Cistina	4,3	3,3	3,9	5,2
Acido Glutámico	63,3	58,0	69,5	51,2
Glicina	9,3	10,4	11,4	7,8
Histidina	10,9	12,2	11,6	13,1
Lisina	9,01	11,3	9,6	9,8
Metionina	2,9	2,6	2,08	3,2
Fenilalanina	13,6	18,3	20,1	16,3
Prolina	7,4	8,1	9,2	15,8

Cuadro 16. (Continuación) Perfil aminoacídico de *Pleurotus ostreatus*.

Serina	12,2	14,1	17,4	12,6
Treonina	31,4	28,1	29,7	28,3
Triptófano	9,1	8,9	6,9	4,7
Tirosina	11,3	8,9	12,4	9,8
Valina	27,5	28,3	32,3	24,6
Leucina	29,9	24,4	37,1	19,8
Isoleucina	9,1	9,8	12,4	9,5

Elaboración propia en base a Patil et al. (2010).

Jin et al. (2018) realizaron entre sus múltiples descripciones una caracterización de los componentes minerales de un espécimen denominado por su equipo como silvestre de *Pleurotus ostreatus*.

Cuadro 17. Perfil mineral de *Pleurotus ostreatus*

Mineral	mg/kg
Sodio:	615,00
Potasio:	19,49
Magnesio:	1,31
Calcio:	391,00
Manganeso:	3,09
Hierro:	86,39
Zinc:	49,53
Cobre:	31,66

Elaboración propia en base a lo reportado por Jin et al. (2018)

### Características funcionales.

Moro et al. (2012), realizaron pruebas con diversos extractos de hongos comestibles entre los cuales destacó la presencia de *Pleurotus ostreatus* y su efecto antiinflamatorio. Es importante destacar que también dichos efectos positivos se pueden aprovechar en el tratamiento complementario de patologías con inflamación crónica (Pradhan, 2007) como lo son: aterosclerosis, diabetes, obesidad y patologías metabólicas (entre otras).

El beneficio que tiene *Pleurotus ostreatus* en la amortiguación del efecto oxidativo por parte de los radicales libres, fue evaluado por Bakir et al. (2018), quienes indican que dichos efectos se acentúan aún más en temperaturas bajas, esto debido a las características que presenta el micelio y su comportamiento asociado a la temperatura, no obstante, si bien este hongo ha manifestado resultados bastante positivos, Jin et al. (2018), sugieren que para aumentar el efecto antioxidante se le puede adicionar a los sustratos materias primas vegetales que aporten componentes antioxidantes, los cuales se verán reflejados en los hongos al momento de cosecharlos.



Figura 17. *Pleurotus ostreatus*, cortesía de José Luis Henríquez Sáez

***Ramaria flava* (Schaeffer) Quélet (Figura 18)**

**Características morfológicas.**

Cuerpo fructífero de 4 - 10 x 5 - 10 cm, base pobremente definida, ramificaciones juntas, ramificaciones elongadas y orientadas verticalmente, de coloración pálida, blanquecina y en ocasiones ligeramente rosada o amarilla variando a naranja, se oscurece con el maltrato, la base es muy poco diferenciada, blanquecina, con presencia de rizomorfos (Perez et al., 2015).

**Características nutricionales.**

No se encontraron antecedentes de sus características nutricionales.

**Características funcionales.**

Antitumoral, antioxidante y antibiótico. Liu et al. (2013), demostraron que existe una actividad inhibitoria de células tumorales en tres líneas celulares tumorales probadas entregando un porcentaje de inhibición de 71,66%. En conjunto con ello, el efecto antioxidante quedo evidenciado mediante la utilización de una fracción líquida que mostró alta eficacia en la eliminación de radicales DPPH (Compuesto de moléculas estables de radicales libres) y OH. Además, se demostró actividad antibiótica moderadas sobre bacterias (*Escherichia coli* Escherich, *Staphylococcus aureus* Rosenbach, *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn).



Figura 18. *Ramaria flava*. Fotografía obtenida de Lazo (2001).

### ***Suillus granulatus* (L.) Roussel (Figura 19)**

#### **Características morfológicas.**

Píleo de 30-60 mm de diámetro, ancho convexo, liso, amarillo crema a color pardo rosado. Contexto blanquecino a finalmente amarillo pálido, olor dulce y sabor agridulce. Tubos alrededor de 10 mm de profundidad, adheridos, amarillos con tonos color pardo. Poros con una frecuencia de 1-2 por mm<sup>2</sup>, angulosos, pueden ser boletinoides ocasionalmente. Estípite de 50-70 x 10-20 mm, cilíndrico a ligeramente atenuado hacia la base, raramente radicular, amarillo brillante hacia el ápice y con la base rosa canela, con glándulas de color rosa a color café vináceo cubriéndolo completamente (Cappello y Cifuentes, 1982).

#### **Características nutricionales.**

Solo se encontraron características nutricionales atribuidas al perfil aminoacídico Ribeiro et al. (2008). mencionan antecedentes asociados a los aminoácidos presentes en este hongo, los valores fueron entregados en miligramos del aminoácido por kilogramo de muestra. En el estudio no se detectó ácido aspártico. Los datos se presentan en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Perfil aminoacídico de *Suillus granulatus*.

Aminoácido	mg/kg
Acido Glutámico	168
Asparagina	102
Glutamina	546
Serina	288
Treonina	300
Glicina	102
Alanina	1.092
Valina	648
Prolina	216
Arginina	210
Isoleucina	498
Leucina	132
Triptófano	216
Fenilalanina	192
Cisteína	Nd
Ornitina	54
Lisina	120
Histidina	156
Tirosina	168

Elaboración propia en base a Ribeiro et al. (2008).

No se han encontrado antecedentes del perfil mineral asociado a esta especie.

#### **Características funcionales.**

Zhou et al. (2016), realizaron extracciones de compuestos funcionales en *S. granulatus* utilizando agua, estos extractos tuvieron un efecto antioxidante (probado con radicales hidroxilo y el método 2,2-difenil-1-picrilhidracilo) y además de ello lograron demostrar que también tiene una importante actividad de proliferación de linfocitos, por lo que la actividad inmunológica queda evidenciada con este estudio. Jaworska et al. (2014), describen características antioxidantes y además que este hongo contiene vitaminas del grupo B, las cuales, en el caso de este hongo en preparaciones culinarias, como es el estofado, quedo evidenciado que dichas preparaciones térmicas no desencadenaron a mayores pérdidas de componentes nutricionales.



Figura 19. *Suillus granulatus*. Fotografía obtenida de <http://blogueiros.axena.org/>.

### ***Suillus luteus* (L.) Roussel (Figura 20)**

#### **Características morfológicas.**

Píleo de 4-12 cm de diámetro, campanulado a anchamente umbonado, viscoso, amarillo-marrón a marrón-rojizo, cubierto por un mucus de tonalidad violácea y con fibras radiales que lo recorren en toda su superficie. Margen incurvado a decurvado-plano. Tubos adnatos, blanco-amarillo-limón a amarillo oro. Poros pequeños y angulosos. Estípote cilíndrico de 3-11 x 1-3 cm, blanco a algo amarillo. Anillo apical, membranoso, blanquecino seco en la parte superior, violáceo y viscoso en la parte inferior y en tiempo seco queda unido al margen, el estípote presenta finos gránulos, dispersos, resinoides, marrón-rojizos, situados entre el anillo y las inmediaciones de los tubos (Valenzuela 2003).

#### **Características nutricionales.**

Las características nutricionales se presentan en el Cuadro 19, mientras que el perfil aminoacídico se presenta en el Cuadro 20.

Cuadro 19. Composición nutricional de *Suillus luteus*.

Elemento	valor por 100 g
Proteínas	14,13 g
Grasas totales	0,32g
Hidratos de carbono	2,25 g
Valor energético	15,464 kcal

Elaboración propia en base a los antecedentes nutricionales reportados por Jaworska et al. (2014).

Cuadro 20. Perfil aminoacídico de *Suillus luteus*.

Aminoácido	mg/kg
Ácido Aspártico	1.584,0
Asparagina	237,6
Glutamina	369,6
Serina	184,8
Treonina	138,6
Glicina	39,6
Alanina	3986,4
Valina	541,2
Prolina	310,2
Arginina	396,0
Isoleucina	112,2
Leucina	66,0
Triptófano	132,0
Fenilalanina	184,8
Cisteína	52,8
Ornitina	138,6
Lisina	145,2
Histidina	132,0
Tirosina	191,4

Elaboración propia en base a Ribeiro et al. (2008).

Perfil mineral.

No se encontraron antecedentes del perfil mineral.

#### **Características funcionales.**

No se encontraron antecedentes de las características funcionales.



Figura 20. *Suillus luteus*, fotografía obtenida en <http://www.plantasyhongos.es/>.

***Volvopluteus gloiocephalus* (DC.) Vizinni, Contu & Justo (Figura 21)**

**Características morfológicas.**

Píleo de 60-155 mm de diámetro, campanulado a más o menos plano, umbonado, liso, viscoso, con el margen estriado, de color pardo crema a pardo pálido, más oscuro en el centro. Laminas libres, cerradas, de color rosado. Estípote de 120-180 x 15- 20 mm, fibriloso, más ancho en la base la cual es ligeramente pubescente, blanquecino. Volva membranosa, blanquecina, pubescente en su cara externa (Vázquez y Guzmán, 1988).

**Características nutricionales.**

No se encontraron antecedentes.

**Características funcionales.**

Un experimento realizado por Hereher et al. (2018), utilizando células tumorales exohepáticas, demostró que existe un efecto inhibitorio por parte de los polisacáridos hepatoprotectores presentes en los extractos tomados de este hongo.



Figura 21. *Volvopluteus gloiocephalus*, cortesía de José Luis Henríquez Sáez

## Realidad nacional y contrastes internacionales

### Situación nacional, innovación como una alternativa

La agroindustria favorece al desarrollo local con la atribución de valor a las materias primas, esto contribuye a la difusión y la revalorización de especies comestibles entregando atributos que son valorados por el consumidor, como es el aumento en la vida útil (Herbster et al., 2010) y la mejora en características organolépticas (Lima y Garruti, 2012). A nivel nacional el procesamiento agroindustrial de los hongos es bastante limitado, esto queda reflejado con el escaso valor agregado que se les otorga a estas materias primas, sin embargo, en la plataforma de OPIA (2020), existen algunos antecedentes de proyectos innovadores en los cuales se ha trabajado con hongos comestibles, destacando entre ellos:

Cuadro 21. Proyectos innovadores asociados a hongos comestibles

Iniciativa	Código	Ejecutor	Financiamiento
Desarrollo de un alimento tipo snack saludable elaborado a partir de hongos comestibles deshidratados de la especie <i>Flammulina velutipes</i> , acompañado de especias mediterráneas para mejorar su calidad culinaria, mediante una producción sustentable.	PYT-2017-0446	Alex Ariel Tapia Covarrubias	Fundación para la Innovación Agraria
Desarrollo de aditivo especializado alimentario Umami utilizando digestiones enzimáticas a partir de hongos comestibles.	PYT-2018-0250	Done Properly SpA	Fundación para la Innovación Agraria
Conin - desarrollo de Superalimento basado en quinoa y hongos comestibles	16PIRE-66677	Claudio Ignacio Pedreros Bustamante	INNOVA_CHILE
Piloto de deshidratación para las líneas de berrys nativos "Infused Dried", y polvos de hongos de alto valor organoléptico	15VIP-43879	Agroils Chile S.A.	INNOVA_CHILE

Cuadro 21. Continuación

Iniciativa	Código	Ejecutor	Financiamiento
Desarrollo de subproductos en base a shiitake producido en la Región Metropolitana	PYT-2017-0448	Agrícola La Roblería Ltda.	Fundación para la Innovación Agraria
Proyecto - Agregación de valor y fortalecimiento en competitividad de hongos procesados mejorando su presentación y adaptación a preferencias del consumidor nacional e internacional	PYT-2007-0084	Comercializadora Sanosur Ltda.	Fundación para la Innovación Agraria
Iniciativa: Këtrawa, Crear un producto de autocultivo de hongo ostra a través de la reutilización de desechos orgánicos provenientes principalmente de la agroindustria.	PYT-2015-0483	Javier Ignacio Olave Ruiz	Fundación para la Innovación Agraria
Agregación de valor y fortalecimiento en competitividad de hongos procesados mejorando su presentación y adaptación a preferencias del consumidor nacional e internacional	IMA-2007-0082	Comercializadora Sanosur Ltda.	Fundación para la Innovación Agraria

### Panorama internacional

A nivel internacional el panorama es completamente diferente en términos de investigación, desarrollo y productos en el mercado, ya que son diversos los productos elaborados a partir de hongos, debido a su potencial nutricional y funcional, a continuación, se describen algunos de estos productos:

#### Alimentos procesados en base a hongos comestibles

**Bebidas elaboradas en base a hongos.** Debido a la alta demanda de proteína tanto en términos de calidad como de cantidad por parte de los deportistas, es que los hongos son una materia prima ideal para poder generar alternativas. Mizuno (1995), describe la elaboración de suplementos alimenticios líquidos en Corea, utilizando mezclas de distintos hongos comestibles. Kokram et al. (2016), describieron recetas para generar bebidas saludables, especialmente enfocadas en el control de la alta presión arterial, en las cuales, entre sus ingredientes, destaca la presencia de *Lentinus polychrous* Lév, y miel, lo cual contribuye a

cambiar el paradigma de los sabores clásicos encontrados en hongos, abriendo nuevos horizontes a sabores dulces.

Belščak et al. (2017) describieron como la utilización, tanto de extracto de té como de *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., puede entregar un componente funcional a la cerveza como alimento, destacando la función antioxidante otorgada por los cuerpos frutales del hongo.

**Embutidos.** En los países asiáticos se ha incursionado en la utilización de hongos en la formulación de embutidos, tal es el caso documentado por Wang et al. (2018), en donde plantean la incorporación de carpóforos secos de *Volvariella volvacea* (Bull.) Singer, en embutidos cárnicos con la intención de mejorar las características organolépticas, principalmente el sabor. Además Nagy et al. (2016), describen como se pueden cultivar hongos en residuos de cerveza para la elaboración de salchichas ahumadas.

**Hamburguesas.** Mattar et al. (2018), sugieren en su investigación la administración de extractos de *Lentinula edodes* en sustitución de cloruro de sodio, con la intención de disminuir el contenido de sodio en esta clase de alimentos. Grossmann (2014), señala a los hongos como una alternativa en la formulación de “hamburguesas libres de culpa” las cuales son una opción para vegetarianos.

**Pastas.** Las pastas cuya formulación incluye hongos para entregar beneficios nutricionales y/o funcionales son una realidad en Asia. Lu et al. (2018), plantean en su investigación la adición de hongos en polvo para regular la repuesta glicémica de este alimento, además de agregar características antioxidantes. Kim et al. (2016), proponen la adición de *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. en polvo para enriquecer la fracción de  $\beta$ -glucanos en este alimento, además de entregar mejor aceptación sensorial. Crina et al. (2017), realizaron también mezclas de harinas utilizando trigo y *Boletus edulis* Bull., Fr., obteniendo mayor aceptación cuando utilizaron un 10% de harina de *B. edulis*, y en conjunto a ello un alimento enriquecido en su capacidad antioxidante.

**Snacks.** Los *snacks* realizados con hongos son una muy buena opción cuando se trata de generar alimentos de fácil consumo y con características funcionales. Singla et al. (2010), describen como los *snacks* realizados con *Agaricus bisporus* deshidratado presentan características antioxidantes, no obstante, Brennan et al. (2012), plantean también la extrusión en la elaboración de *snacks*, considerando el hongo *Cyclocybe aegerita* como ingrediente funcional, destacando su aporte en fibra y componentes antioxidantes, enfatizando en la presencia de ácidos orgánicos como el ácido málico y cítrico.

## DISCUSIÓN

Las patologías humanas como consecuencia de una mala alimentación son un problema real (Bolet y Socarrás, 2010). La obesidad posiciona a Chile a nivel latino americano en el tercer lugar (Avezum et al., 2009), es tan frecuente encontrarse con personas que presenten algún tipo de problema asociado al sobrepeso que incluso existen movimientos sociales que buscan normalizarlo y defenderlo (Sánchez, 2019), curiosamente apelando al paradigma respecto a las personas obesas planteando esto como una condición más que una enfermedad. Son múltiples los factores que contribuyen al aumento en los índices de obesidad a nivel nacional, entre ellos están el sedentarismo (Macmillan, 2007), el cual está potenciado por los hábitos alimenticios de los chilenos (Rinat et al., 2013) en conjunto a la baja oferta de alimentos accesibles con bajo aporte calórico (Cardaci, 2013), sin embargo, en contraste a lo que los índices plantean, existen tendencias internacionales por parte de los consumidores de preocuparse más por el tipo de alimentos que están consumiendo (Larios 2016). Es aquí en donde los hongos pueden ser una oportunidad para generar nuevos alimentos. Cano y Romero (2016), plantearon que el uso de hongos en la dieta de los seres humanos ha prevalecido debido a su sabor y olor característico, esto sumado a que en los últimos años el interés por consumir alimentos saludables genera una oportunidad en donde los hongos tienen un gran potencial, ya que constituyen una fuente importante de nutrientes. En términos generales los hongos son una alternativa saludable y funcional respecto a preparación de alimentos, ya que en general estos son bajos en calorías y grasas (Sánchez et al., 2018).

Ahora bien, la funcionalidad de los alimentos no solo queda definida por su valor energético, sino que también por el contenido de otros nutrientes esenciales como las proteínas. Tomando como referente la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ésta posee un contenido de proteínas de 1,7 g en 100 g de muestra (Collazos, 1975) y el huevo, alimento que siempre se toma como referente en términos de contenido proteico, contiene 12,48 g de proteína en 100 g de muestra (Vázquez et al., 2011). La mayoría de los hongos analizados presentan contenidos proteicos superiores al de la quinoa y en algunos casos incluso superiores a los del huevo tal como se ve reflejado en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Contenido proteico de hongos, quínoa y huevos

Alimento	g/100g	Alimento	g/100g
<i>Agaricus arvensis</i>	2,80	<i>Morchella esculenta</i>	11,52
<i>Cyttaria berteroi</i>	11,60	<i>Pleurotus ostreatus</i>	14,70
<i>Fistulina hepatica</i>	22,60	<i>Suillus luteus</i>	14,13
<i>Flammulina velutipes</i>	17,60	<i>Chenopodium quinoa</i>	1,70
<i>Lactarius deliciosus</i>	2,90	Huevo de gallina	12,50
<i>Lepista nuda</i>	34,30		

Elaboración propia en base a los datos reportados por sus respectivos autores, los cuales han sido mencionados previamente en esta investigación.

Los huevos suelen ser un referente en términos de contenido de proteína total, sin embargo, se dispone de 5 especies que presentan un contenido de proteínas superior a los huevos, además, todas las especies que cuentan con información de su contenido proteico superan a la quinoa en términos de proteína total, sin embargo, existen muchas especies de las cuales no se han logrado encontrar antecedentes publicados, lo cual podría generar nuevas líneas de investigación y con ello descubrimientos asociados alimentos de calidad.

Además de ello, el contenido de aminoácidos esenciales de los hongos aquí estudiados se comparará con los resultados de Fonseca y Bora. (2000), a partir del análisis de aminoácidos presentes en los frejoles (Cuadro 30). En base a los valores aquí presentados, es posible considerar a los hongos comestibles como un complemento o incluso una alternativa culinaria en términos de calidad proteica comparativa, respecto de *Phaseolus vulgaris* L.

Cuadro 30. Comparación aminoacídica entre hongos comestibles y *Phaseolus vulgaris* L. (var. Macassar)

g/kg	1	2	3	4	5	6	7
	g/kg						
leucina	16,5	6,4	5,4	7,6	19,8	13,2	6,6
Isoleucina	9,7	5,7	5,0	5,3	9,5	49,8	11,2
Valina	11,2	27,5	6,6	8,2	24,6	64,8	54,1
Metionina	2,3	n/d	3,1	11,9	3,2	n/d	n/d
Lisina	13,2	2,4	30,9	13,5	9,8	12,0	14,5
fenilalanina	11,1	5,7	5,7	3,4	16,3	19,2	18,4
Triptófano	n/d	4,1	3,5	n/d	4,7	21,6	13,2
Treonina	11,3	3,2	10,0	9,7	28,3	30,0	13,9
Histidina	19,5	9,7	1,5	3,4	13,1	15,6	13,2
Arginina	7,8	9,7	3,9	13,5	20,1	21,0	39,6

<sup>1</sup>*Phaseolus vulgaris* (var. Macassar) <sup>2</sup>*Fistulina hepatica* <sup>3</sup>*Flammulina velutipes* <sup>4</sup>*Morchella esculenta* <sup>5</sup>*Pleurotus ostreatus* <sup>6</sup>*Suillus granulatus* <sup>7</sup>*Suillus luteus*.

Para mejorar las características nutricionales de los hongos, Cortés et al. (2007), plantearon como opción la fortificación de los hongos mediante el método de la impregnación al vacío, logrando con esta técnica niveles porcentuales de la ingesta diaria recomendada (IDR/100 g), para Ca y Se de 7,3 y 42,3%, respectivamente, además de un contenido de vitamina C de un 40%. Ruiz (2009), realizó fortificación nutricional de *Pleurotus ostreatus* con vitamina C y E, además de calcio y zinc, utilizando la misma técnica de impregnación al vacío. Es interesante destacar que con ello duplicaron la vida útil de los hongos en fresco al suministrar ácido ascórbico como elemento nutricional y conservante. Con lo anterior queda en evidencia el valor agregado que la agroindustria puede aportar en el procesamiento de hongos, sin embargo, es imperativo considerar realizar más pruebas con las especies presentes a nivel nacional, para con ello generar alimentos aún más nutritivos.

Además de los aspectos nutricionales, existen características funcionales presentes en los hongos las cuales podrían generar algún aporte extraordinario en la salud de las personas. Por ejemplo, es importante recalcar las implicancias que tienen los radicales libres en fenómenos como el envejecimiento y la carcinogénesis (Ferreira, 1998). Aquí los hongos juegan un papel importante, ya que, dentro de su actividad funcional destaca el efecto antioxidante que presentan. Robaszekiewicz et al. (2010), reportaron la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y  $\beta$ -carotenos con actividad antioxidante en diversos agaricales (incluyendo hongos de los géneros *Agaricus* y *Pleurotus*). Además de las especies mencionadas aquí con efectos antioxidantes, dentro de las cuales están: *Fistulina hepatica* (Ribeiro et al., 2007), *Lepista nuda* (Pinto et al., 2013), *Morchella esculenta* (Gursoy et al., 2009), *Pleurotus ostreatus* (Bakir et al., 2018) y *Ramaria flava* (Liu et al., 2013). En el caso de *Cyttaria berteroi*, Wagner (1995) mencionó un efecto inmunomodulador asociado a una respuesta inmune inespecífica, por lo que en periodos de proliferación de enfermedades, el consumo de este hongo tiene el potencial de favorecer la acción de los mecanismos de respuesta inmune.

Los hongos también son una posibilidad en el control de la inflamación en enfermedades como artritis reumatoide (De la Fuente, 2005). Diversos autores han reportado efectos antiinflamatorios en especies presentes en Chile tales como: *Flammulina velutipes* (Zhao et al., 2016), *Grifola gargal* (Mizuno et al., 2017) y *Pleurotus ostreatus* (Moro et al., 2012).

Durán et al. (2012), indican que existe un incremento en la mortalidad en mujeres por consecuencia del cáncer de mama, colon y pulmones, lo cual no deja de ser preocupante. Además de las mujeres, otro segmento de la población en que se destaca la mortalidad producto de éstas patologías son los adultos mayores (Cruz et al., 2011). Por lo anterior, y para su tratamiento preventivo se podría evaluar el incremento en el consumo de hongos en la dieta, destacando algunas de las especies mencionadas aquí tales como *Flammulina velutipes* (Leung et al., 1997), *Ramaria flava* (Liu et al., 2013) y *Volvopluteus gloiocephalus* (Hereher et al., 2018).

Incluso existen hongos con actividad antimicrobiana demostrada, lo cual podría abrir oportunidades en la generación de biodesinfectantes. Dentro de las especies mencionadas aquí que pueden cumplir dicha función están: *Morchella esculenta* (Gursoy et al., 2009; Turkoglu et al., 2006) y *Ramaria flava* (Liu et al., 2013), sin embargo, la formulación del producto debería ser evaluada previamente en laboratorio.

Si bien queda expuesto el potencial nutricional y funcional de esta materia prima, es importante considerar que los hongos poseen un alto contenido de agua. Ceron et al. (2020), plantearon que, en general, este contenido ronda entre el 82 y 92%, lo cual implica que al ser un alimento con dichas características, es susceptible a mayores tasas de descomposición (Yurelkys et al., 2017). La agroindustria cobra importancia aquí, ya que presenta alternativas para aumentar la vida útil de esta clase de alimentos manteniendo sus características organolépticas y nutricionales. Vera y Gélvez, (2011), propusieron como alternativa para aumentar la persistencia de las características organolépticas, en comparación del hongo fresco, el uso de termosonificación, método que consiste en la implementación de tratamientos térmicos y ultrasonido. El tratamiento con ultrasonido más eficiente para conservar las características del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* fresco, empacado al vacío durante los 15 días de almacenamiento a 4 °C, fue el que utilizó 40 KHz a una

temperatura de 40 °C en sus diferentes tiempos de exposición (10, 20 y 30 minutos), ya que mantuvo las propiedades de las muestras tratadas muy semejantes a las frescas al inicio del almacenamiento, dentro de estas propiedades se destaca el color marrón producto del pardeamiento el cual fue determinado con la combinación de los valores de cromaticidad ( $a^*$  y  $b^*$ ) medido con un colorímetro cuya combinación al aumentar evidencia tonalidades pardas. Además del pH, el cual se mantuvo cercano a los de la muestra en fresco. Cortés y Henríquez (2010), plantean también la impregnación al vacío con una disolución conservante compuesta de ácido ascórbico, ácido cítrico, sal, pectina de bajo metoxilo y calcio, lo que permite conservar por 12 días sus características organolépticas, específicamente color, elasticidad y consistencia.

Nitrigual (2010), planteó que si los alimentos no son envasados en condiciones de humedad correcta, la proliferación de mohos y levaduras se vería favorecida, evidenciando con ello un mal manejo y manipulación que perjudicaría la producción de alimentos inocuos. Es por ello que García et al. (2014), plantean que el porcentaje de humedad final para hongos desecados no liofilizados debe ser máximo del 12%, para disminuir drásticamente con ello la emergencia de mohos y levaduras, logrando este contenido con una temperatura definida como óptima de 70°C, sin embargo, esta temperatura está determinada para *Pleurotus ostreatus*. De Michelis y Ohaco (2012), deshidrataron *Morchella* sp., *Agaricus bisporus* y *Suillus* sp. utilizando equipamiento de aire, convectivo, con temperaturas promedio de 60°C alcanzando contenidos de humedad del 10% en los hongos mencionados. Faltan antecedentes del comportamiento de las demás especies comestibles mencionadas, por lo que es imperativo realizar más estudios respecto al comportamiento de los hongos frente a tratamientos de secado.

La agroindustria no solo aporta de manera directa a los hongos, ya que, los residuos orgánicos de la agroindustria también constituyen una oportunidad cuando se trata de producir alimentos fúngicos (Chávez, 2010). Motato y Mejía (2006), evaluaron la utilización de restos agroindustriales de *Musa x paradisiaca* (L.) en la formulación de sustratos para el cultivo de hongos comestibles, obteniendo como resultado que las hojas de plátano presentan características apropiadas como sustrato para el desarrollo de los basidiocarpos, específicamente de *Pleurotus ostreatus*. Sánchez (2013), utilizó estopa de coco (*Cocos nucifera* L.) como ingrediente en la formulación de sustratos, obteniendo buenos resultados debido a la relación carbono nitrógeno que presentó este sustrato.

Sin embargo, no todos los residuos agroindustriales son compatibles con la producción de hongos, Escobar et al. (2007), generaron sustratos para el cultivo de *Lentinula edodes* (Pegler) utilizando cascarilla de cacao y subproductos de algodón, obteniendo resultados desfavorables, pero dejando la puerta abierta a nuevas investigaciones que podrían contribuir en el reciclaje orgánico.

Dentro de las alternativas para la optimización de los recursos naturales, los hongos comestibles son una excelente opción, ya que, la huella hídrica y la de carbono se ven disminuidas al reciclar residuos de la agroindustria, sin embargo, también es necesario evaluar el comportamiento de estos como sustrato para producir hongos comestibles. Eventualmente, manejando valores de huella hídrica se podrían realizar comparaciones de

alimentos en términos de valor proteico y compararlos con los requerimientos hídricos, para con ello establecer índices que busquen orientar a los consumidores hacia alimentos más sustentables, algo similar a lo que plantea la eficiencia en el uso del agua en términos de biomasa en función del agua evapotranspirada, ajustándolo a proteínas por unidad de agua utilizada, buscando con ello sustentabilidad y alimentos de calidad. Sin embargo, hacen falta más antecedentes de la huella hídrica en la producción de hongos comestibles y resulta imperativo levantar información respecto al impacto ambiental que plantea la producción de hongos comestibles, de ser una producción más bien sustentable, podría incluso barajarse como una alternativa a la carne, quizás no en términos de calidad proteica, pero si en términos de sustentabilidad, por ejemplo se sabe que la carne de vacuno necesita 15.400 litros de agua por cada kilogramo producido (Loredo, 2018).

En resumidas cuentas, los hongos comestibles poseen un alto potencial nutricional y funcional, pero aún quedan muchos aspectos por profundizar. En esta monografía queda reflejado que aún falta información por obtener, quedando evidenciado en las especies carentes de información nutricional y funcional, lo cual abre las puertas a nuevas líneas de investigación y desarrollo de alimentos. Esta memoria buscó plantear un punto de partida de nuevas investigaciones asociadas a los hongos comestibles, además de establecer nuevos horizontes respecto a la generación de soluciones innovadoras en términos de producción de alimentos saludables, todo esto por medio de la recopilación, análisis, contrastación y discusión de antecedentes asociados a los hongos comestibles.

## CONCLUSIONES

Los antecedentes aquí expuestos demuestran que Chile tiene una gran diversidad de hongos comestibles, sin embargo, son muchas las especies que están completamente desvalorizadas, evidencia de ello, es la falta de estudios sobre su producción, información nutricional y aspectos funcionales. Además, hay muy pocos antecedentes sobre el procesamiento agroindustrial de ellos, en conjunto a la escasa documentación asociada al consumo, tanto de especies cultivadas como de especies silvestres de recolección. Es imperativo realizar más investigación de este recurso natural con tanto potencial. Ya que podría contribuir a abordar problemáticas sociales tales como la obesidad y algunas patologías asociadas a malnutriciones.

Considerando aspectos ambientales, lo anterior genera una serie de problemas asociados, no sólo, al desaprovechamiento de estas especies, sino también a la gestión de este recurso natural, ya que, al haber escasa información asociada a su recolección, ésta queda completamente desmedida pudiendo tener un impacto en su ciclo biológico, lo cual podría repercutir en la conservación de estas especies.

A nivel de país, Chile debería trabajar mucho en aspectos asociados a la difusión e investigación de los hongos en general, ya que son organismos que podrían contribuir mucho en la mejora de la calidad de vida. Reiterando la importancia de la agroindustria, la invitación queda abierta a las brillantes mentes innovadoras que quieran adentrarse y hacer uso de los cuerpos frutales para ampliar aún más las oportunidades respecto a alimentación saludable.

## BIBLIOGRAFÍA

Agrawal, D.; M. Dhanasekaran. 2019. Medicinal mushrooms recent progress in research and development. Estados Unidos. Springer. 422p

Agrimundo, 2015. El mercado mundial de setas llegaría a USD 60 mil millones en 2021. ODEPA. Ministerio de Agricultura. Chile. 1p. recuperado de <<https://www.odepa.gob.cl/agrimundo>>

Ahmad, S.; N. Mahmud; Z. Ilham; N. Khairul; R. Ahmad y W. Wan-Mohtar. 2020. In-depth spectral characterization of antioxidative (1,3)- $\beta$ -D-glucan from the mycelium of an identified tiger milk mushroom *Lignosus rhinocerus* strain ABI in a stirred-tank bioreactor. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 23(101455): 13p.

Albertó, E. 1996. El género *Agaricus* en la provincia de Buenos Aires (Argentina). Secciones *Agaricus* y *Sanguinolenti*. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 21(1): 127-144p.

Alvídrez, A.; B. González y Z. Jiménez. 2002. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista Salud Pública y Nutrición*. 3(3): 6p.

Asociación Micológica el Rojo. Fichas especies. [En línea]. Soria, España. Recuperado en: <<http://www.amanitacesarea.com/>>. Consultado el: 25 de junio de 2020.

Astuti, R. y W. David. 2020. Sensory evaluation of noodles substituted by sweet potato flour and rice bran. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 8(1). 11p.

Avezum, A.; J. Braga; I. Santos; H. Guimarães y J. Marin. et al. 2009. Cardiovascular disease in South America: Current status and opportunities for prevention. *Heart*. 95(18): 1475-1482p.

Axena. Producción audiovisual. [En línea]. Galicia, España. Recuperado en: <<http://blogueiros.axena.org/2012/11/28/suillus-granulatus-un-boletus-indigesto/>>. Consultado el 24 de junio de 2020.

Ayala, N.; C. Ochoa, 1998. Hongos conocidos de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. México. 165p.

Bakir, T.; M. Karadeniz y S. Unal. 2018. Investigation of antioxidant activities of *Pleurotus ostreatus* stored at different temperatures. *Food Science & Nutrition*. 6(4): 1040–1044p.

Barros, L.; P. Baptista; D. Correia; S. Casal; B. Oliveira y I. Ferreira. 2007. Fatty acid and sugar compositions, and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. *Food Chemistry*. 105(1): 140-145p.

- Belščak, A., V. Nedović; A. Salević; S. Despotović; D. Komes y M. Nikšić; et al. 2017. Modification of functional quality of beer by using microencapsulated green tea (*Camellia sinensis* L.) and *Ganoderma* mushroom (*Ganoderma lucidum* L.) bioactive compounds. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. 23(4): 457-471p.
- Bolet M. y M. Socarrás. 2010. Alimentación adecuada para mejorar la salud y evitar enfermedades crónicas. *Revista Cubana De Medicina General Integral*, 26(2), 321-329p.
- Brennan, M; E. Derbyshire; B. Tiwari y C. Brennan. 2012. Enrichment of extruded snack products with coproducts from chestnut mushroom (*Agrocybe aegerita*) production: Interactions between dietary fiber, physicochemical characteristics, and glycemic load. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60(17): 4396–4401p.
- Buswell, J. y S. Chang. 1993. Edible mushroom: attributes and applications. In: Genetics and breeding of edible mushrooms (Chang, S., Buswell, J.A., Miles, P.G. Eds.) Gordon and Breach Science Publishers. Philadelphia. Estados Unidos de Norteamérica, 324p.
- Canifrú, R. 2013. Hongos en Chile. FungiChile. [En línea]. Chile. Recuperado en: <<http://fungichile.blogspot.com/>>. Consultado el 25 de junio de 2020.
- Cano A. y L. Romero. 2016. Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista Chilena de Nutrición*. 43(1): 75-80p.
- Cappello, S. y J. Cifuentes. 1982. Nuevos registros del género *Suillus* (Boletaceae) en México. *Scientia Fungorum*. 2(17): 196-206p.
- Cardaci, D. 2013. Obesidad infantil en América Latina: Un desafío para la promoción de la salud. *Global Health Promotion*. 20(3): 80-82p.
- Castañón, V. 2017. Producción y comercialización de champiñones gourmet. Tesis Magister en Administración, Economía y Negocios, Universidad de Chile. 71p.
- Castro, F.; A. Moreno; A. García y F. Ortiz. 2014. El cultivo de *Lepista nuda* en sustrato con hojas de olivo para el aprovechamiento de subproductos agroindustriales en almazaras. *Anales de Biología* (36): 11-17p. Recuperado a partir de <<https://revistas.um.es/analesbio/article/view/326071>>.
- Ceron, M.; E. López; I. Ortega; E. Vargas; J. Ávila y I. Ortega. 2020. Hongos comestibles: Una alternativa saludable en productos cárnicos. *Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería*. 7(14): 41p.
- Chávez, A. 2010. Implementación de la tecnología de producción de hongos comestibles y medicinales en desechos agroindustriales, como apoyo socioeconómico familiar en dos comunidades rurales y urbanas del Departamento de Córdoba, Colombia. (cap 23, pp.407-425). En: Martínez, D.; D. Curvetom, M. Sobal y V. Mora. Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: Avances y perspectivas en el Siglo XXI. Texcoco, México: Colegio de postgraduados. 647p.

Collazos, Q. 1975. La Composición de los Alimentos Peruanos. Ministerio de Salud. Lima - Perú. Instituto nacional de salud. 70p.

Cortés, M.; A. García y H. Suarez. 2007. Fortificación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) con calcio, selenio y vitamina C. Vitae. 14(1): 16-24p.

Cortés M. y L. Henríquez. 2010. Efecto de dos atmósferas de empaque en hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) tratados mediante impregnación al vacío con una solución conservante. Vitae. 17(1): 11-19p.

Crina C.; A. Farcas; S. Man; R. Suharoschi y R. Alina. 2017. Obtaining a functional product through the exploitation of mushroom flour in pasta. Food Science and Technology. 74(1): 17-22p.

Cruz, P.; C. Espinosa; R. Radámes; A. Valdivia; J. Massip y L. García. 2011. Mortalidad por tumores malignos más frecuentes en el adulto mayor. Revista Cubana de Medicina General Integral. 27(1): 83-90p.

Cruz, R. 2016. Retrato Micológico. Boletín Micológico, Universidad de Valparaíso. Chile 31(1): 1p.

Da Silva, C.; M. Monteil y E. Davis. 2020. Overweight and obesity in children are associated with an abundance of firmicutes and reduction of bifidobacterium in their gastrointestinal microbiota. Childhood Obesity. 16(3): 204-210p.

Das, B.; B. De; R. Chetree y S. Mandal. 2020. Medicinal aspects of mushrooms: A view point. Singapur. 611p.

Dai, Y.; C. Yang, Z. Cui, B. Yu, C. Zhou. 2009. Species diversity and utilization of medicinal mushrooms and fungi in China. International Journal of Medicinal Mushrooms. 11(3): 287-302p.

De la Fuente, J. 2005. Aplicaciones de anticuerpos monoclonales y productos de biotecnología en el tratamiento de las enfermedades inflamatorias crónicas. Revista Clínica Española. 205(3): 127-136p.

De Michelis, A. y E. Ohaco. 2012. Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. El Bolsón, Argentina. 73p.

Djamila, S. y A. Bahariawan. 2020. Physical and chemical characteristics of oyster mushrooms flour (*Pleurotus ostreatus*) using rotary vacuum dryer type batch. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 411(1): 7p.

Duarte, A.; S. Jiménez, J. Pineda, A. Gonzáles, M. Garcia. 2020. Extraction of bioactive substances from *Pleurotus ostreatus* (*Pleurotaceae*) by dynamic maceration. Acta Biológica Colombiana. 25(1): 61-74p.

Durán, N.; L. Álvarez; M. Alegret y B. Díaz. 2012. Estratificación de la mortalidad por cáncer de mama, colon y pulmón en población femenina. Medicentro. 16(3): 177-185p.

El-Fakharany E.; B. Haroun y E. Redwan. 2010. Oyster mushroom laccase inhibits hepatitis C virus entry into peripheral blood cells and hepatoma cells. *Protein & Peptide Letters*. 17(8): 1031–1039p.

Escobar, V.; A. Pérez y C. Arredondo. 2007. Evaluación de la producción del hongo *Lentinula edodes* Pegler en bloques sintéticos a base de residuos agroindustriales. *Ingeniería y Ciencia*. 3(6): 23-39p.

Fernandes A.; L. Barros; A. Martins; P. Herbert y I. Ferreira. 2015. Nutritional characterization of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. produced using paper scraps as substrate. *Food Chemistry*. 169(1): 396-400p.

Ferreira, R. 1998. Estrés oxidativo y antioxidativo: De las ciencias básicas a la medicina aplicada. *Buenos Aires: Hospital Militar Central*. Argentina. 7p.

Fichas micológicas. *Agaricus Augustus*. [En línea]. San Sebastián, España. Recuperado en: <<http://www.fichasmicologicas.com/?micos=1&alf=A&art=3>>. Consultado el: 25 de junio de 2020.

Fichas micológicas. *Flammulina velutipes*. [En línea]. San Sebastián, España. Recuperado en: <<http://www.fichasmicologicas.com/?micos=1&alf=A&art=3>>. Consultado el: 25 de junio de 2020.

Fonseca, M. y P. Bora, 2000. Composición química y análisis de aminoácidos de alubias. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2(5): 248-252p.

Fungipedia. Asociación Micológica Fungipedia. [En línea]. Galdácano, España. Recuperado en: <<https://www.fungipedia.org/>>. Consultado el: 25 de junio de 2020.

Gamundi, I. 1971. Las Cyttariales sudamericanas (Fungi-Ascomycetes). *Darwiniana*. 16(3): 461-510p.

Gao, Y.; L. Jin; D. Xihu; J. Ye y Z. Shufeng. 2004. A phase I/II study of Ling Zhi mushroom *Ganoderma lucidum* (W.Curt.:Fr.) Lloyd (Aphyllophoromycetideae) extract in patients with type II diabetes mellitus. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 6(1): 96–107p.

Garcés, P. 2013. Mercado de hongos exóticos; elaboración de un plan de negocio para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*; "hongo ostra". Universidad Austral de Chile, Tesis Ingeniería Civil Industrial. 86p.

García, P.; W. Rodríguez; E. Gómez y A. Zambrano. 2014. Estudio microbiológico y fisicoquímico de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) frescos y deshidratados. *Ingenierías & Amazonia*. 7(1): 41-47p.

Grossmann, J. 2014. Guilt-free burgers. *Yoga Journal*. 45(46): 48-50p.

Guía de setas y hongos de navarra. Galería de fotos. [En línea] Navarra, España. Recuperado en: <<http://guiahongosnavarra1garciabona.blogspot.com/>>. Consultado el: 25 de junio de 2020.

Gursoy, N.; C. Sarikurkcü; M. Cengiz y M. Solak. 2009. Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species. *Food and Chemical Toxicology*. 47(9): 2381-2388p.

Guzmán, G.; G. Mata; D. Salmones; C. Soto y L. Guzmán. 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. Instituto Politécnico Nacional. México. 245p.

Hearst, R.; D. Nelson; G. McCollum; B. Millar; Y. Maeda y C. Goldsmith et al. 2009. An examination of antibacterial and antifungal properties of constituents of Shiitake (*Lentinula edodes*) and Oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 15(1) 5-7p.

Heo, S.; S. Jeon y S. Lee. 2014. Utilization of *Lentinus edodes* mushroom  $\beta$ -glucan to enhance the functional properties of gluten-free rice noodles. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie - Food Science and Technology*, 55(2), 627-631p.

Herbster, C.; R. Wilane; R. Elesbão; E. Oliveira y S. Paolo et al. 2010. Increasing shelf life of early dwarf cashew tree peduncle through reduction of storage temperature. *Ciência E Agrotecnologia*. 34(1): 140-145p.

Hereher, F.; A. El Fallal; E. Toson y M. Abou-Dobara. 2018. Antitumor effect of a crude protein-bound polysaccharide substance extracted from *Volvariella speciosa*. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 16(1): 75 -88p.

Hongos de Chile. *Lactarius deliciosus*. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <<http://hongos.cl/es/lactarius-deliciosus>>. Consultado el: 25 de junio de 2020.

Jaworska, G.; K. Pogoń; E. Bernaś; A. Skrzypczak y I. Kapusta. 2014. Vitamins, phenolics and antioxidant activity of culinary prepared *Suillus luteus* (L.) Roussel mushroom. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie - Food Science and Technology*, 59(2), 701–706p.

Jin, Z., Y. Li; J. Ren y N. Qin. 2018. Yield, Nutritional content, and antioxidant activity of *Pleurotus ostreatus* on corncobs supplemented with herb residues. *Mycobiology*, 46(1), 24–32p.

Jones, M.; J. Karlowsky; D. Draghi; C. Thornsberry; D. Sahn y D. Nathwani. 2003. Epidemiology and antibiotic susceptibility of bacteria causing skin and soft tissue infections in the USA and Europe: A guide to appropriate antimicrobial therapy. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 22(4): 406-419p.

- Kang, H. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory effect of extracts from *Flammulina velutipes* (Curtis) Singe. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 41(8): 1072-1077p.
- Khan, K.; Z. Saify; Z. Khan; M. Ahmed; M. Saeed; M. Schick; et al. 2000. Syntheses and cytotoxic, antimicrobial, antifungal and cardiovascular activity of new quinoline derivatives. *Arzneimittelforschung Drug Research*, 50(10), 915-924p.
- Kim, S.; J. Lee; Y. Heo y B. Moon. 2016. Effect of *Pleurotus eryngii* mushroom [beta]-Glucan on quality characteristics of common wheat pasta. *Journal of Food Science*. 81(4): 835-840p.
- Kokram, T.; S. Khammuang y R. Sarnthima. 2016. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of mushroom *Lentinus polychrous* Lév. and its development of healthy drink recipes. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 8(1): 121-125p.
- Kuo, M. 2017. *Chlorophyllum rhacodes*. [En línea]. Recuperado en: <[https://www.mushroomexpert.com/chlorophyllum\\_rhacodes.html](https://www.mushroomexpert.com/chlorophyllum_rhacodes.html)>. Consultado el: 25 de junio de 2020
- Lang, M. 2020. Consumer acceptance of blending plant-based ingredients into traditional meat-based foods: Evidence from the meat-mushroom blend. *Food Quality and Preference*. 79(1): 1-9p
- Larios, E. (2019). El consumidor verde: un comparativo México-Brasil-Colombia. *Revista de Administração da UNIMEP*, 17(4): 14p.
- Lazo, W. 2001. Hongos de Chile: Atlas micológico. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias. Santiago, Chile, 1:316p.
- Lechner, B. 2018. Hongos comestibles: El cultivo de *Flammulina velutipes* (enokitake). Eudeba. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina. Ciencia Joven, Universidad de Buenos Aires. 104p.
- Leung, M.; K. Fung y Y. Choy. 1997. The isolation and characterization of an immunomodulatory and anti-tumor polysaccharide preparation from *Flammulina velutipes*. *Immunopharmacology*, 35(3): 255-263p.
- Lira, M. y A. Vio. 2016. Informe mapa nutricional 2015. Departamento de Planificación, Control de Gestión y Estudios. JUNAEB. 77p.
- Lima, J. y D. Garruti, 2012. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of cashew nut butter made from different kernel grades-quality. *LWT - Food Science and Technology*, 45(2), 180-185p.
- Liu, H.; J. Xu; X. Li; Y. Zhang; A. Yin; J. Wang y Z. Long. 2015. Effects of microelemental fertilizers on yields, mineral element levels and nutritional compositions of the artificially cultivated *Morchella conica*. *Scientia Horticulturae*, 189, 86-93p.

- Liu, K.; J. Wang; L. Zhao y Q. Wang. 2013. Anticancer, antioxidant and antibiotic activities of mushroom *Ramaria flava*. *Food and Chemical Toxicology*, 58, 375-380p.
- Liu, W.; M. Zhang; S. Devahastin y W. Wang. 2020. Establishment of a hybrid drying strategy for instant cream mushroom soup based on starch retrogradation behavior. *International Journal of Biological Macromolecules*. 147p.
- Loredo, M. 2018. Huella hídrica y contaminación de agua en la industria alimentaria, y el uso de membranas de filtración como un proceso sostenible para la disminución de impactos sobre el medio ambiente. Sustentabilidad Ambiental. (cap. 7, 77-84). En: Sustentabilidad Ambiental. Primera edición. Universidad Autónoma del Estado de México. Mexico. 222p.
- Lozano, F. 1994. El género *Morchella* en bosques de coníferas del Alto Aragón. *Lucas Mallada: Revista de Ciencias*, (6), 207-226p.
- Lu, X. 2018. Incorporation of mushroom powder into cereal food products. Doctoral dissertation. Lincoln University, New Zealand. 283p.
- Lu, X.; M. Brennan; L. Serventi; J. Liu; W. Guan y C. Brennan. 2018. Addition of mushroom powder to pasta enhances the antioxidant content and modulates the predictive glycaemic response of pasta. *Food Chemistry*, 264(1), 199-209p.
- Lu, X; M. Brennan; J. Narciso; W. Guan; J. Zhang; L. Yuan; et al. 2020. Correlations between the phenolic and fibre composition of mushrooms and the glycaemic and textural characteristics of mushroom enriched extruded products. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 118(1): 1-43p.
- Ma, G.; W. Yang; L. Zhao; F. Pei; D. Fang y Q. Hu. 2018. A critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals. *Food Science and Human Wellness*. 125-133p.
- Macmillan, K. 2007. Valoración de hábitos de alimentación, actividad física y condición nutricional en estudiantes de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso *Revista Chilena De Nutrición*, 34(4), 330-336p.
- Mahmoud, A.; F. Wilkinson; M. Sandhu; J. Dos Santos y M. Alexander. 2019. Modulating oxidative stress in drug-induced injury and metabolic disorders: The role of natural and synthetic antioxidants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2019(1): 5p.
- Manzi, P.; S. Marconi; A. Aguzzi y L. Pizzoferrato. 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, 84(2), 201-206p.
- Martínez, M.; A. Petermann, F. Villagrán, M. Ulloa, N. Nazar, G. Troncoso, et al. 2020. Desde una mirada global al contexto chileno: ¿Qué factores han repercutido en el desarrollo de obesidad en Chile? *Revista Chilena de Nutrición*, 47(2): 307-316p.

- Maruyama, H. y T. Ikekawa. 2007. Immunomodulation and antitumor activity of a mushroom product, proflamin, isolated from *Flammulina velutipes* (W. Curt.: Fr.) Singer (Agaricomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 9(2): 109-122p.
- Mattar, T.; C. Gonçalves; R. Pereira; M. Faria; V. De Souza. 2018. A shiitake mushroom extract as a viable alternative to NaCl for a reduction in sodium in beef burgers. *British Food Journal*, 120(6), 1366-1380p.
- Mindep. 2019. Ministerio del Deporte. Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes en la Población de 18 años y más. Disponible en: <<http://www.mindep.cl/encuestahabitos>>.
- Mizuno, M.; I. Sakane; K. Minato; J. Watanabe y T. Hashimoto. 2017. Hot water extract of *Grifola gargar* possesses anti-inflammatory activity. *Food Science and Technology Research*, 23(5), 725-732p.
- Mizuno, T. 1995. Yamabushitake, *Hericium erinaceum*: bioactive substances and medicinal utilization. *Food Reviews International* 11(1): 173-178p.
- Mohamed, E. y F. Farghaly. 2014. Bioactive compounds of fresh and dried *Pleurotus ostreatus* mushroom. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*. 3(1): 4-14p.
- Morales, D; R. Rutckeviski; M. Villalva; H. Abreu; C. Soler-Rivas; S. Santoyo; et al. 2020. Isolation and comparison of  $\alpha$ - and  $\beta$ -D-glucans from shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) with different biological activities. *Carbohydrate Polymers*. 229(1): 1-34p.
- Moro, C.; I. Palacios; M. Lozano; M. D'Arrigo; E. Guillamón; A. Villares; et al. 2012. Anti-inflammatory activity of methanolic extracts from edible mushrooms in LPS activated RAW 264.7 macrophages. *Food Chemistry*, 130(2), 350–355p.
- Motato, K. y A. Mejía. 2006. Evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisíaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana piriformes*) como sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus djamor*. *Vitae*. 13(1): 24-31p.
- Motohashi, N. 2012. Health effects on flavonoids and their relates in mushrooms. Handbook on flavonoids: Dietary sources, properties and health benefits. *Nova*. 2012(1): 307-344p.
- Muñoz, C. y C. Antonio. 2005. Factibilidad técnico-económica del cultivo de champiñón (*Agaricus bisporus* Lange), en la provincia de Valdivia. Memoria Ingeniero Agrónomo. Región de los lagos, Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 173p.
- Murcia, M.; M. Martinez-Tome; A. Jimenez; A. Vera; M. Honrubia y P. Parras. 2002. Antioxidant activity of edible fungi (truffles and mushrooms): Losses during industrial processing. *Journal of Food Protection*. 65(10): 1614-1622p.

- Muros, J.; C. Cofre; F. Zurita; M. Castro y R. Chacón. 2016. Relación entre condición física, actividad física y diferentes parámetros antropométricos en escolares de Santiago (Chile). *Nutrición Hospitalaria*, 33(2): 314-318p.
- Nair K. (2020) Food and human responses, Overweight and obesity: The bane of modern times. India. Springer. 239p.
- Nagy M.; C. Anamaria; S. Ancuța; C. Rodica; A. Mihaela; C. Dan; et al. 2016. Utilization of brewer's spent grain and mushrooms in fortification of smoked sausages. *Food Science and Technology*, 37(2): 315–320p.
- Nitrigual M. 2010. Implementación del sistema de aseguramiento de calidad basado en HACCP para la línea de frutas deshidratadas. Trabajo de grado. Valdivia – Chile, Universidad Austral de Chile, escuela de Ingeniería de alimentos. 77 p.
- Niveiro, N.; O. Popoff y E. Albertó, 2009. Hongos comestibles silvestres: especies exóticas de *Suillus* (Boletales, Basidiomycota) y *Lactarius* (Russulales, Basidiomycota) asociadas a cultivos de *Pinus elliottii* del Nordeste argentino. *Bonplandia*. 18(1): 65-71p.
- Ouzouni, P.; D. Petridis; W. Koller y K. Riganakos. 2009. Nutritional value and metal content of wild edible mushrooms collected from West Macedonia and Epirus, Greece. *Food Chemistry*, 115(4), 1575–1580p.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2019. Agrarias. Boletín de frutas y hortalizas procesadas. disponible online: [http://www.odepa.gob.cl/wp-content/files\\_mf/1490990342Bfrutaprocada0317.pdf](http://www.odepa.gob.cl/wp-content/files_mf/1490990342Bfrutaprocada0317.pdf).
- Olivares C.; S. Bustos; N. Moreno; X. Lera; L. Cortez y F. Silvana. 2006. Actitudes y prácticas sobre alimentación y actividad física en niños obesos y sus madres en Santiago, Chile. *Revista Chilena De Nutrición*. 33(2). 170-179p.
- Opia. 2020. Banco de Proyectos. Fundación para la innovación agraria. Recuperado en: <<https://www.opia.cl/601/w3-propertyvalue-71885.html>>. Consultado el: 02 de febrero de 2020
- Palacios I.; A. García; E. Guillamón y A. Villares. 2012. Novel isolation of water-soluble polysaccharides from the fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus* mushrooms. *Carbohydrate Research Journal*. 358(1): 72–77p.
- Patil, S.; S. Ahmed; S. Telang y M. Baig. 2010. The nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on different lignocellulosic agro-wastes. *Innovative Romanian Food Biotechnology*. 7(1): 66-76p.
- Pérez, E. 2018. Hongos de zonas urbanas: Ciudad de México y Estado de México. *Scientia Fungorum*. 47(1): 57-66p.
- Pérez, R.; I. Mata; G. Aragón; A. Jiménez y D. Romero. 2015. Diversidad de hongos silvestres comestibles del cerro El Pinal, municipio de Acajete, Puebla, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 2(6): 277-289p.

Petrovska, B. 2001. Protein fraction in edible Macedonian mushrooms. *European Food Research and Technology*. 212(4): 469-472p.

Pinto, S.; L. Barros; M. Sousa y I. Ferreira. 2013. Chemical characterization and antioxidant properties of *Lepista nuda* fruiting bodies and mycelia obtained by in vitro culture: Effects of collection habitat and culture media. *Food Research International*. 51(2): 496-502p.

Plantas y Hongos. Herbarium, *Suillus luteus*. [En línea]. España. Recuperado en: <[http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Suillus\\_luteus.htm](http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Suillus_luteus.htm)> Consultado el 25 de junio de 2020.

Pradhan, A. 2007. Obesity, metabolic syndrome, and type 2 diabetes: Inflammatory basis of glucose metabolic disorders. *Nutrition Reviews*. 65(3): 152–156p.

Ribeiro, B.; P. Valentão; P. Baptista; R. Seabra y P. Andrade. 2007. Phenolic compounds, organic acids profiles and antioxidative properties of beefsteak fungus (*Fistulina hepatica*). *Food and Chemical Toxicology*. 45(10): 1805–1813p.

Ribeiro, B.; P. Andrade; B. Silva; P. Baptista; R. Seabra y P. Valentão. 2008. Comparative study on free amino acid composition of wild edible mushroom species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(22): 10973-10979p.

Rinat, G.; S. Durán; M. Garrido; S. Balmaceda y L. Jadue. 2013. Impacto de una intervención en alimentación y actividad física sobre la prevalencia de obesidad en escolares. *Nutrición Hospitalaria*. 28(5): 1508-1514p.

Robaszkiewicz A.; G. Bartosz; M. Lawrynowicz y M. Soszynski. 2010. The role of polyphenols, f-carotene and lycopene in the antioxidative action of the extracts of dried edible mushrooms. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2010(1): 9p.

Rossana G.; G. Bersano; C. Luarte; E. Nayer; C. Urra y J. Sulla et al. 2016. Validación y propuesta normativa para la valoración de la preocupación por la alimentación de adolescentes chilenos: Estudio EPACH. *Nutrición Hospitalaria*. 33(2): 337-344p.

Ruiz M. 2009. Aplicación de la ingeniería de matrices en el desarrollo de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) mínimamente procesados, fortificados con vitaminas C, E y minerales calcio y zinc. Bogotá, Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. 109p.

Salehi, F. 2020. Recent applications of powdered fruits and vegetables as novel ingredients in biscuits: A review. *Nutrire*. 45(1): 10p.

Sánchez C. 2013. Evaluación de la productividad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre un residuo agroindustrial del Departamento del Valle del Cauca y residuos de poda de la Universidad Autónoma de Occidente. Tesis Bachillerato. Cali, Colombia. Universidad Autónoma de Occidente. 94p.

Sánchez, G. 2019. Gordofobia: efectos psicosociales de la violencia simbólica y de género sobre los cuerpos. Una visión crítica en la Universidad Nacional. Tesis de grado

Licenciatura en Género y Desarrollo. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica. 172p.

Sánchez, J.; J. Rodríguez y N. Franco. 2018. Propuesta de un menú a base de hongos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*. 6p.

SCA (Sociedad de Ciencias Aranzadi). Micología. [En línea]. San Sebastián, España. Recuperado en <<http://www.aranzadi.eus/micologia>> Consultado el: 23 de Junio de 2020.

Schmeda, G.; M. Villaseñor; X. Lozoya y A. Puebla. 2001. Immunomodulatory activity of Chilean *Cyttaria* species in mice with L5178Y lymphoma. *Journal of Ethnopharmacology*. 77(3): 253-257p.

Singla, R.; A. Ganguli y M. Ghosh. 2010. Antioxidant activities and polyphenolic properties of raw and osmotically dehydrated dried mushroom (*Agaricus bisporous*) snack food. *International Journal of Food Properties*. 13(6): 1290-1299p.

Smiderle, F.; E. Carbonero; G. Sasaki; P. Gorin y M. Iacomini. 2008. Characterization of a heterogalactan: Some nutritional values of the edible mushroom *Flammulina velutipes*. *Food Chemistry*. 108(1): 329–333p.

Sociedad Micológica Extremeña. Setas de Extremadura. [En línea]. Cáceres, España. Recuperado en: <<http://micoex.org/2016/09/17/fistulina-hepatica/>>. Consultado el 25 de junio de 2020.

Suárez, W.; A. Sánchez y J. González. 2017. Pathophysiology of obesity: Current view. *Revista Chilena de Nutrición*. 44(3): 226-233p.

Teplyakova, T.; N. Psurtseva; T. Kosogova; N. Mazurkova; V. Khanin y V. Vlasenko. 2012. Antiviral activity of polyporoid mushrooms (higher Basidiomycetes) from Altai Mountains (Russia). *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 14(1): 37- 45p.

Tepsongkroh, B.; K. Jangchud; A. Jangchud; P. Chonpracha; R. Ardoin y W. Prinyawiwatkul. 2020. Consumer perception of extruded snacks containing brown rice and dried mushroom. *International Journal of Food Science and Technology*. 55(1): 46-54 p.

Tietel, Z. y S. Masaphy. 2018. True morels (*Morchella*) nutritional and phytochemical composition, health benefits and flavor: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(11), 1888-1901p.

Turkoglu, A.; I. Kivrak; N. Mercan; M. Duru; K. Gezer y H. Turkoglu. 2006. Antioxidant and antimicrobial activities of *Morchella conica* Pers. *African Journal of Biotechnology*, 5(11), 1146-1150p.

Unekwu, H.; J. Audu; M. Makun y E. Chidi. 2014. Phytochemical screening and antioxidant activity of methanolic extract of selected wild edible Nigerian mushrooms. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 4(1): 153-157p.

- Valenzuela, E. (2003). Hongos comestibles silvestres colectados en la X Región de Chile. *Boletín Micológico*. 18(1): 1-14p.
- Valverde, M.; H. Talía y P. Octavio. 2015. Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*. 2015(1): 14p.
- Vázquez, L. y L. Guzmán. 1988. Algunas especies de hongos de la Barranca de Huentitán, estado de Jalisco. *Scientia Fungorum*. 3(4): 75-88p.
- Vázquez, M.; A. Castro y T. Martínez. 2011. Conocimientos, opiniones y prácticas respecto al huevo de gallina en familias de comunidades urbana-rural, Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*. 20(1): 32-39p.
- Vega, A. y F. Heriberto. 2013. Productividad y calidad de los cuerpos fructíferos de los hongos comestibles *Pleurotus pulmonarius* RN2 y *P. djamor* RN81 y RN82 cultivados sobre sustratos lignocelulósicos. *Información Tecnológica*. 24(1): 69-78p.
- Vera, Y. y V. Gélvez. 2011. Efecto de la termosonicación sobre las propiedades fisicoquímicas del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) fresco empacado al vacío. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*. 9(2): 55-63p.
- Vieira, V.; L. Barros; J. Glamoclija; A. Ciric; D. Stojkovic y I. Ferreira. 2016. Wild *Morchella conica* Pers. from different origins: A comparative study of nutritional and bioactive properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(1), 90-98.
- Vio, R. 2018. Aumento de la obesidad en Chile y en el mundo. *Revista Chilena de Nutrición*. 45(1): 1p.
- Wagner, H. 1995. Immunostimulants and adaptogens from plants. *Phytochemistry of Medicinal Plants*. 29(1): 1-19p.
- Wang, C. (2020). A review on the potential reuse of functional polysaccharides extracted from the by-products of mushroom processing. *Food and Bioprocess Technology*. 13: 217-228p.
- Wang, X.; P. Zhou; J. Cheng; Z. Chen y X. Liu. 2018. Use of straw mushrooms (*Volvariella volvacea*) for the enhancement of physicochemical, nutritional and sensory profiles of Cantonese sausages. *Meat Science*, 146: 18-25p.
- Wasser, S. 2002 Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 60: 258-274p.
- Wasser, S. 2007. Medicinal mushrooms: ancient traditions, contemporary knowledge, and scientific enquiries. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 9: 187-189p.
- Wasser, S. 2010. Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 12(1):1-16p.

- Wasser, S. 2011. Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 89: 1323-1333p.
- Ye, J.; X. Wang; K. Wang; Y. Deng; Y. Yang; R. Ali et al. 2020. A novel polysaccharide isolated from *Flammulina velutipes*, characterization, macrophage immunomodulatory activities and its impact on gut microbiota in rats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 104(2): 1-14p.
- Yin, J y L. Zhou. 2008. Analysis of nutritional components of 4 kinds of wild edible fungi in Yunnan. *Food Research and Development*. 29(1): 133–136p.
- Yurelkys, C.; C. Enrique y C. La O-Michel. 2017. Efecto del secado al sol sobre las características microbiológicas y bromatológicas de la harina artesanal de coco. *Hombre, Ciencia y Tecnología*. 21(2): 59-65p.
- Zhang, M.; S. Cui; P. Cheung y Q. Wang. 2007 Antitumor polysaccharides from mushrooms: A review on their isolation, structural characteristics and antitumor activity. *Trends in Food Science & Technology*. 18(1): 4–19p.
- Zhao, S.; B. Li; G. Chen; Q. Hu y L. Zhao. 2016. Preparation, characterization, and anti-inflammatory effect of the chelate of *Flammulina velutipes* polysaccharide. *Food and Agricultural Immunology*. 28(1): 162–177p.
- Zhou, F.; S. Yan; S. Chen; L. Gong; T. Su y Z. Wang. 2016. Optimization extraction process of polysaccharides from *Suillus granulatus* and their antioxidant and immunological activities in vitro. *Pharmacognosy Magazine*. 12(46): 277-284p.

## ANEXO 1.

Listado de iniciativas chilenas relativas a Hongos Comestibles (1994 – 2019).

Año	Título	Especie	Ejecutor	Financiamiento
1994	Introducción de Nuevas Especies de Hongos Comestibles	Hongo Cantarela - Hongo botón: Champiñón de París - Hongo del Pino - Hongo esponja: Cagarria - Hongo ostra - Hongo pique - Hongo rosado: Hongo lactario - Hongo tubo - Shiitake - Trufa negra	Decofrut Service Ltda.	FIA
1994	Alternativas para la producción de champiñones ( <i>Agaricus spp</i> ) en la región de Magallanes.	Hongo botón: Champiñón de París		FONTEC
1996	Cultivo semi artificial de <i>Morchella esculenta</i> mediante micorrización de alcachofas	Hongo esponja: Cagarria	Frutas y Hortalizas del Sur S.A.	FONTEC
1996	Construcción de 16 Deshidratadores de Hongos Comestibles, comuna de Paredones	Hongo botón: Champiñón de París	Sur Profesionales Consultores Ltda.	FIA
1997	Identificación, Domesticación y Producción de Hongos Ostras ( <i>Pleurotus spp.</i> )	Hongo ostra	INIA Instituto de Investigaciones Agropecuarias	FIA
1998	Evaluación y producción de semillas y cuerpo frutal de hongo shiitake	Shiitake	Productos Biológicos y Agropecuarios S.A.	FONTEC
2000	Diseño de una línea de producción industrial de hongo ostra, evaluando dos tipos de compostaje del sustrato y la adaptación al cultivo de dos especies introducidas.	Hongo ostra	Agrícola Funghi Ltda.	FONTEC
2000	Cultivo en ambiente controlado del hongo morchela.	Hongo <i>Morchella</i>	Agro Fundi S.A.	FONTEC
2000	Desarrollo de un proceso para la producción de un extracto de micelio de <i>lentinula edodes</i> a ser usado con fines medicinales	Shiitake	Finn Vita S.A.	FONTEC
2000	Captación de tecnologías de cultivo de Trufa Negra ( <i>Tuber Melanosporum, Vitt</i> ) para determinar el potencial técnico-económico y sus perspectivas de desarrollo en la Zona Central de Chile	Trufa negra	Universidad Católica del Maule	FIA
2001	Desarrollo de las Bases Tecnológicas para el Cultivo de Trufa Negra ( <i>Tuber melanosporum, Vitt.</i> ) en Chile, como Alternativa Productiva y Comercial para los Pequeños y Medianos Productores del Sector Silvoagropecuario	Trufa negra	Universidad Católica del Maule	FIA
2001	Introducción y producción de trufas negras ( <i>Tuber melanosporum</i> ) en la Región de Aysén.	Trufa negra		FONTEC

Año	Título	Especie	Ejecutor	Financiamiento
2002	Incorporación del Cultivo del Champiñón Ostra, a la Agricultura Familiar Campesina	Hongo ostra	Fungicultores San Francisco de Pelarco	FIA
2003	Hongo shiitake en fresco para el desarrollo del mercado nacional y hongo shiitake deshidratado para la exportación.	Shiitake	Agrícola Funghi Ltda.	FONTEC
2003	Hongos Micorrícicos Comestibles. Importancia y Aplicaciones Potenciales en el Sector Silvoagrícola Nacional	Trufa negra		FIA
2004	Desarrollo del cultivo del hongo silvestre Gargal Grifola gargal y sus alternativas de procesamiento comercial	Gargal	INIA Instituto de Investigaciones Agropecuarias	FIA
2004	Desarrollo Tecnológico e Incorporación de Hongos Micorrícicos Comestibles de Exportación para Aumentar la Rentabilidad y Sustentabilidad en Plantaciones de Pinus radiata de Pequeños y Medianos Productores Silvoagropecuarios de la Región del Maule	Hongo del Pino - Hongo rosado: Hongo lactario - Hongo tubo - Pino radiata: Pino insigne	Universidad Católica del Maule	FIA
2004	Producción e introducción de hongos exóticos - ostra amarillo y rosado - en Chile, con bases de desarrollo agrícola sustentable a través de la producción de sustrato tipo Bokashi a partir de los residuos orgánicos de la producción	Hongo ostra		FONTEC
2004	Nuevos productos naturales de interés farmacológico, agrícola y forestal obtenidos de hongos saprófitos de la clase basidiomycetes que crecen de los bosques nativos de VIII Región	Hongo silvestre: Callampa	Universidad de Concepción	FONDECYT
2004	Empresa procesadora, conservera y exportadora de hongos silvestres (Lactarius deliciosus) del Secano Costero con destino al mercado europeo	Hongo rosado: Hongo lactario		FIA
2005	Intercambio de experiencias entre mujeres productoras forestales no madereras: recolección y transformación tecnológica de frutos silvestres	Rosa mosqueta (Berries) - Avellano chileno - s/i especie (Rubro Hongos comestibles) - s/i especie (Rubro Bosque nativo) - Araucaria	Sociedad de Profesionales Gestión y Desarrollo Ltda. GEDES	FIA
2005	Cuarto International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushrooms	s/i especie (Rubro Hongos comestibles) - s/i especie (Rubro Plantaciones forestales no tradicionales)		FIA

Año	Título	Especie	Ejecutor	Financiamiento
2005	Hongos Micorrízicos Comestibles y Truficultura: Participación en el Cuarto International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Murcia, Spain	Boleto del pino		FIA
2005	Diversificación, desarrollo Tecnológico y Comercial de Hongos Comestibles Cultivados en Chile	Hongos comestibles	Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología Marina	FONDEF
2005	Cuarto Taller Internacional sobre Hongos Micorrízicos Comestibles	Hongos comestibles		BID
2005	Uso de Hongos Micorrízicos Comestibles como Herramienta Biotecnológica para el Mejoramiento de la Productividad de Plantaciones Forestales. Hongos Micorrízicos Comestibles: Tecnología y Biotecnología al Alcance del Agro C	Hongos comestibles		BID
2006	Captura de tecnologías para la propagación de hongos micorrízicos del género Boletus	Hongo tubo		FIC Nacional
2006	Captura de tecnologías para la propagación de hongos micorrízicos del género boletus	Hongo tubo		FIC Nacional
2007	Elaboración de Insumos para Embutidos, Preparados a Base de Un Mix de Hongos Comestibles Deshidratados	Hongo ostra - Hongo rosado: Hongo lactario	Sociedad Los Coigues Ltda.	INNOVA_CHILE
2007	Evaluación de la factibilidad técnica y económica para un manejo y comercialización sustentable de Morchella cónica por comunidades Mapuche y campesinas de la precordillera andina de la Región de La Araucanía	Hongo Morchella	Red de Propietarios de Bosques Nativo de La Araucanía	FIA
2007	Marketing y estrategias de internacionalización del hongo Shiitake de la empresa Shipraval	Shiitake	Productora de Alimentos Shiitake y Cía. Ltda.	FIA
2007	Estudio - Marketing y estrategias de internacionalización del hongo Shiitake de la empresa Shipraval	Shiitake	Productora de Alimentos Shiitake y Cía. Ltda.	FIA
2007	Agregación de valor y fortalecimiento en competitividad de hongos procesados mejorando su presentación y adaptación a preferencias del consumidor nacional e internacional	Hongo Morchella - Hongo tubo - Shiitake	Comercializadora Sanosur Ltda.	FIA
2007	Formulación - Marketing y estrategias de internacionalización del hongo Shiitake de la empresa Shipraval	Shiitake	Productora de Alimentos Shiitake y Cía. Ltda.	FIA

Año	Título	Especie	Ejecutor	Financiamiento
2007	Estado actual del conocimiento sobre hongos ectomicorrícicos comestibles de importancia para el sector silvoagropecuario nacional	s/i especie (Rubro Hongos comestibles)		FIC Nacional
2007	Proyecto - Marketing y estrategias de internacionalización del hongo Shiitake de la empresa Shipraval	Shiitake	Productora de Alimentos Shiitake y Cía. Ltda.	FIA
2007	Curso - Programa de Marketing Estratégico para Directivos	Shiitake	Productora de Alimentos Shiitake y Cía. Ltda.	FIA
2007	Desarrollo Tecnológico y Validación de la Truficultura en Chile, como nueva Agroindustria de Hongos Comestibles para el Mercado de Exportación	Trufa negra	Agrobiotruf S.A.	FIA
2007	Proyecto - Agregación de valor y fortalecimiento en competitividad de hongos procesados mejorando su presentación y adaptación a preferencias del consumidor nacional e internacional	Hongo Morchella - Hongo tubo - Shiitake	Comercializadora Sanosur Ltda.	FIA
2007	Formulación - Agregación de valor y fortalecimiento en competitividad de hongos procesados mejorando su presentación y adaptación a preferencias del consumidor nacional e internacional	Hongo Morchella - Hongo tubo - Shiitake	Comercializadora Sanosur Ltda.	FIA
2008	Estándares y propiedades de los derivados de Piñón, Morchella y Rosa Mosqueta	Rosa mosqueta (Berries) - Hongo Morchella - Araucaria	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza	FIA
2008	Gira Técnica: Producción y Comercialización de Hongos Comestibles en Latinoamérica	Hongos comestibles	Universidad Austral de Chile	FIC Nacional
2008	Elaboración de un Instrumento de Línea Base para Desarrollo, Diversificación y Encadenamiento Productivo en Base a Tres PFNMs: Piñón, Morchella y Rosa Mosqueta, en Lonquimay, Novena Región	Rosa mosqueta (Berries) - Hongo Morchella - Araucaria	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza	FIA
2008	Desarrollo, Diversificación y Encadenamiento Productivo en Base a Tres PFNMs: Pinón, Morchella y Rosa Mosqueta, en Lonquimay, Novena Región	Rosa mosqueta (Berries) - Hongo Morchella - Rosa mosqueta - Araucaria - s/i especie (Otros Rubros Forestales)	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza	FIA

Año	Título	Especie	Ejecutor	Financiamiento
2008	Estudio de condiciones de manejo para Morchella, Rosa Mosqueta y Piñón	Rosa mosqueta (Berries) - Hongo Morchella - Araucaria	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza	FIA
2008	Planta productora del hongo Ostra Rey	Hongo Ostra Rey		INNOVA_CHILE
2008	Difusión de los resultados del proyecto "Desarrollo del cultivo del hongo silvestre Gargal (Grifola gargal) y sus alternativas de procesamiento comercial (FIA-PI-C-2004-1-A-0018) en el 6th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products	Gargal		FIC Nacional
2008	Generación de Planes de Negocios para Emprendedores del Proyecto, Desarrollo, Diversificación y Encadenamiento Productivo en Base a Tres PFNMs: Piñón, Morchella y Rosa Mosqueta, en Lonquimay, Novena Región	Rosa mosqueta (Berries) - Hongo Morchella - Araucaria	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza	FIA
2010	Investigación, Cultivo y Producción Hongo Comestibles	s/i especie (Rubro Hongos comestibles)	Universidad de Magallanes	FIC Región de Magallanes y La Antártica Chilena Fondo Regional
2010	Captura de Tecnología de Microrrización, Producción y Cosecha de Trufas Negras a España	Trufa negra	Corporación de Desarrollo Social del Sector Rural, Codesser. Oficina	INNOVA_CHILE
2011	Monito del Monte, desarrollo y Comercialización formal de Frutos Étnicos del Sur de Chile	Digüeñe	Frutos Etnicos Limitada	INNOVA_CHILE
2012	Trufas made in Chile: Posicionamiento de la truficultura chilena como actor relevante en los principales mercados internacionales	Trufa negra - Roble	Agrobiotruf S.A.	FIA
2012	Aumento de la Productividad de Morchella Spp Mediante el Desarrollo de Tecnologías que Favorezcan Su Fructificación Potenciando la Economía de los Sectores Campesinos de la Precordillera Andina de la Región de la Araucanía.	Hongo Morchella	Universidad Católica de Temuco	INNOVA_CHILE
2012	Evaluación de Técnicas de Multiplicación de Cyttaria Espinosae y Grifola Gargal y de Sus Capacidades Antioxidantes, Anticancerígenas y Antimicrobianas Frente a Patógenos de Interés Clínico y Agrícolas	Digüeñe - Gargal	Universidad de la Frontera	FONDEF

Año	Título	Especie	Ejecutor	Financiamiento
2013	Desarrollo de una línea gourmet en base a trufas negras de origen nacional	Trufa negra	Comercial Trufas Ltda.	FIC Región del Bío Bío - FIA
2013	Establecimiento de una plantación trufera en la Región de Aysén	Trufa negra	Valle Exploradores Ltda.	FIC Región de Aysén - FIA
2013	Laboratorio regional de biotecnologías aplicadas - Vitrotech II	Vid de mesa - Vid vinífera - Trufa negra - Canelo	Universidad Católica del Maule	FIC Región del Maule - Fondo Regional
2013	Factores microambientales relacionados con el desarrollo y la diversidad de <i>Morchella</i> spp. en bosques de <i>Nothofagus</i> de la Patagonia Aysenina	Hongo <i>Morchella</i> - s/i especie (Rubro Bosque nativo)	Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales	FIBN
2014	Acciones de I y D para el cierre de Brechas Tecnológicas en el Proceso Productivo de los Hongos <i>Pleurotus Ostreatus</i> y <i>Lentinus Edodes</i>	Hongo ostra - Shiitake	Amentia Gestión y Proyectos Agrícolas Limitada	INNOVA_CHILE
2014	La truficultura en Chile: a una década de iniciada la truficultura nacional	Trufa negra - Roble	Agrobiotruf S.A.	FIA
2015	Hongusto: Promoción de la Cultura Asociada a los Hongos Comestibles de la Región de Aysén	Hongos comestibles	Universidad de Magallanes	INNOVA_CHILE
2015	Piloto de deshidratación para las líneas de berrys nativos "Infused Dried", y polvos de hongos de alto valor organoléptico	Berries - Hongos comestibles	Agroils Chile S.A.	INNOVA_CHILE
2015	Maquila para Aceite de Trufas con marca europea para introducir en mercados exigentes a nivel mundial.	Trufa negra	Comercial Trufas Ltda.	INNOVA_CHILE
2015	Domo peuma: rescate e innovación de prácticas ancestrales en la recolección, procesamiento y comercialización de hongos silvestres	Hongos comestibles	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas	FIA
2015	Kétrawa Kit	Hongo ostra	Olave Ruiz, Javier Ignacio	FIA
2015	Prototipo de Proceso Productivo de Elaboración de Compost para la Producción de Champiñones, Variedad <i>Agaricus Bisporus</i>	Hongo botón: Champiñón de París		INNOVA_CHILE
2015	Implementación de Nuevas Líneas de Producción a partir de Shiitake	Shiitake		INNOVA_CHILE

Año	Título	Especie	Ejecutor	Financiamiento
2016	Uso de fermento de pseudocereales y berries nacionales y para la elaboración de alimentos saludables y funcionales de alto contenido proteico	Hongos comestibles	Tribus Fungi SpA	FIC Nacional
2016	Rescate y protección de Ramaria flava (changle) para fortalecer la producción, comercialización, identidad y usos gastronómicos en la Cordillera de la Costa de la comuna de Carahue	s/i especie (Rubro Hongos comestibles)	Universidad de la Frontera	FIA
2017	Innovación para un modelo de negocio basado en la asociatividad de recolectores de PFM de la Región del Biobío que permita impulsar sus emprendimientos y superar las brechas del ámbito productivo-tecnológico y del branding	Mora (Berries) - Maqui (Berries) - Rosa mosqueta (Berries) - Boleto del pino - Hongo Morchella - Hongo rosado: Hongo lactario	Universidad de Concepción	FIC Región del Bío Bío - FIA
2017	Premio Innovagro 2017 Aportes en gestión y diversificación productiva para la adaptación al cambio climático del sector silvoagropecuario de Chile.	Hongos comestibles - Plantaciones Forestales no Tradicionales	Loewe Muñoz, Verónica Francisca	FIA
2017	Desarrollo de subproductos en base a Shiitake producido en la Región Metropolitana	Shiitake	Agrícola La Roblería Ltda.	FIC Nacional
2017	Conocimiento y puesta en valor de las especies de Hongos Silvestres Comestibles (HSC) Suillus spp. y Pleurotus spp. para diversificación productiva de comunidades rurales en la Región de Aysén	Hongo Morchella - Hongo ostra	Universidad de Magallanes, Centro Universitario Coyhaiqu	FIC Región de Aysén - FIA
2018	Desarrollo de aditivo especializado alimentario Umami utilizando digestiones enzimáticas a partir de hongos comestibles	Hongo ostra	Done Properly SpA	FIC Nacional
2019	Consultoría Experta para la identificación de agentes nocivos y propuesta de técnicas o medidas de control, para el desarrollo de la truficultura en Chile.	Trufa negra	Asociación Gremial de Truficultores de Chile A.G.	FIA

Fuente: OPIA 2020.