



## Aprovechamiento sostenible de hongos comestibles; hacia una seguridad alimentaria

Fabiola Lorena Valdespino Sahagún<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Maestría em Administração de Empresas para la Sustentabilidad, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración. fabvaldespino@outlook.com

*Histórico do Artigo:* Submetido em: 01/10/2020 – Revisado em: 03/11/2020 – Aceito em: 14/12/2020

### RESUMEN

El reino Funga figura como uno de los más extensos acervos de biodiversidad mundial; estos incluyen funciones ecológicas importantes en todos los ecosistemas: descomponen materia orgánica (saprobios), establecen relaciones simbióticas con algas (líquenes) y con las raíces de árboles (micorrizas), secuestran carbono, e incluso previenen la desertificación en algunas regiones del mundo propensas a la sequía. Así mismo sustentan productos y procesos de los que dependemos en gran medida en aspectos de la vida cotidiana, desde medicamentos, hasta la síntesis de biocombustibles y la limpieza del medio ambiente mediante la biorremediación. Pero es el mercado de hongos comestibles en particular, el que se estudiará en esta investigación, ya que es un mercado que ha alcanzado un crecimiento mundial aproximado de 42 000 millones de dólares anuales, su cultivo está teniendo un éxito acelerado gracias a diversos factores; como sus tiempos cortos de crecimiento, insumos de producción de fácil acceso, importancia ecológica y comercial, así como las tecnologías empleadas en su producción que son relativamente sencillas. El objetivo de este artículo fue revisar los conocimientos en clasificación y propiedades nutricionales que se han obtenido de los géneros más representativos a través de una revisión sistemática de la literatura y estrategias de búsqueda. Dentro de los resultados obtenidos, se encontró que los hongos comestibles que alguna vez se llamaron el "alimento de los dioses", contienen proteína con alta digestibilidad (que es más alta que la mayoría de las verduras), bajo contenido de calorías y grasa, alto índice de potasio, vitaminas, como la riboflavina (B2), niacina (B3) y folatos (B9) aminoácidos esenciales y no esenciales. Estos resultados no solo reconocen la importancia de la ingesta de hongos comestibles a nivel nutricional; además reconocen la necesidad de un crecimiento sostenible que beneficie a productores al obtener un ingreso importante a través del cultivo de hongos. La oportunidad que proporcionan los hongos en diversos campos son tema obligado de reconocimiento, y de estudio para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible y cuidar los recursos actuales.

**Palabras-Claves:** Funga, Sostenible, Nutritivo, Comestibles.

### Sustainable use of edible mushrooms: towards food security

### ABSTRACT

El reino Funga figura como uno de los más extensos acervos de biodiversidad mundial; estas incluyen funciones ecológicas importantes en todos los ecosistemas: descomponen materia orgánica (saprobios), buscadores de relaciones simbióticas con algas (líquenes) y con las raíces de árboles (micorrizas), secuestran carbono, e incluso previenen la desertificación en algunas regiones del mundo propensas a la sequía. Así mismo sustentan productos y procesos de los que dependen en gran medida en aspectos de la vida cotidiana, desde medicamentos, hasta la síntesis de biocombustibles y la limpieza del medio ambiente la biorremediación. Pero es el mercado de hongos comestibles en particular, el que se estudiará en esta investigación, ya que es un mercado que ha alcanzado un crecimiento mundial aproximado de 42 000 millones de dólares anuales, su cultivo está teniendo un éxito acelerado gracias a diversos factores; como sus tiempos cortos de crecimiento, insumos de producción de fácil acceso, importancia ecológica y comercial, así como las tecnologías empleadas en su producción que son relativamente sencillas. El objetivo de este artículo fue revisar los conocimientos en clasificación y propiedades nutricionales que se han obtenido de los géneros más representativos a través de una revisión sistemática de la literatura y estrategias de búsqueda. Dentro de los resultados obtenidos, se encontró que los hongos comestibles que alguna vez se llamaron el "alimento de los dioses", contienen proteína con alta digestibilidad (que es más alta que la mayoría de las verduras), bajo contenido de calorías y grasa, alto índice de potasio, vitaminas, como la riboflavina (B2), niacina (B3) y folatos (B9) aminoácidos esenciales y no esenciales. Estos resultados no solo reconocen la importancia de la ingesta de hongos comestibles a nivel nutricional; además, reconocen la necesidad de un crecimiento sostenible que beneficie a productores al obtener un ingreso importante a través del cultivo de hongos. La oportunidad que ofrece los hongos en diversos campos son tema obligatorio de reconocimiento, y de estudio para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible y cuidar los recursos actuales.

**Keywords:** Funga, Sustainable, Nutritious, Edibles.

Sahagún, F.L.V. (2020). Aprovechamiento sostenible de hongos comestibles; hacia una seguridad alimentaria. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.2, n.5, p.45-55.



## 1. Introducción

Con el incremento de la población mundial, la reducción de la tierra cultivable, la acelerada urbanización e industrialización, el cambio climático y la demanda de alimentos funcionales y de calidad, será necesario centrarse en cultivos nuevos. El uso y consumo de hongos ha sido utilizado por los seres humanos durante décadas con fines medicinales y alimentarios. En el sector alimentario es cada vez más reconocido su beneficio para una dieta correcta, que no solo controla y modula muchas funciones del cuerpo humano, sino que, en consecuencia, participa en el estado de salud necesario para reducir el riesgo de muchas enfermedades. (Ahmad, Bodha, & Wani, 2010).

Geológicamente, los hongos existían en la tierra incluso antes de que el hombre apareciera en ella, como lo demuestran los registros fósiles del período Cretácico inferior. Así, antropológicamente hablando, existe toda la posibilidad de que el hombre usara los hongos como alimento cuando todavía era un recolector y cazador de alimentos en la cronología de la evolución cultural. (Ahmad, Bodha, & Wani, 2010). La evidencia arqueológica de los usos humanos de los hongos silvestres especialmente con fines alimenticios en regiones Latinoamericanas se remonta a poblaciones Chilenas de hace al menos 13,000 años (Rojas & Mansur, 1995). En el continente asiático, específicamente en China, se perciben por primera vez como alimento y como medicina varios siglos antes de Cristo (Aaronson, 2000); esto demuestra que permanecieron en las sombras por mucho tiempo en comparación con la investigación de otros reinos como el de las plantas y el de los animales (Willis, 2018). Al menos 350 especies de hongos se recolectan y consumen como alimento (Boa, 2005). De acuerdo con su composición química contienen 90% de agua y 10% de materia seca, de los cuales 27-48% son de proteína, un 60% aproximadamente corresponde a carbohidratos en especial fibras dietéticas (D-glucanos, quitina y sustancias pépticas) y de 2-8% son lípidos (Sanchez, 2004).

La palabra "hongo" es un término de uso general que en realidad se refiere al cuerpo fructífero macroscópico del hongo (Ahmed, et al, 2014). Los cuerpos fructíferos son de formas extremadamente diversas; algunos parecen globos amorfos de gelatina, mientras que otros asemejan a un paraguas, algunos otros parecieran corales, y hay los que aparentan ser huevos, también se encuentran los que simulan ser nidos de pájaros, y otros más estrellas de mar. Los hongos pertenecen a los ascomicetos y basidiomicetos cuentan con un ciclo celular que incluye la formación de esporas sexuales y tienen dos fases de crecimiento, la fase vegetativa (micelios) y la fase reproductiva (cuerpos frutales). Las esporas de hongos se encuentran en una estructura especial llamada Ascus (para Ascomicetos) o Basidium (para Basidiomicetos). El hongo continúa su ciclo de vida en tres etapas clave: crecimiento vegetativo, crecimiento reproductivo y producción de esporas por los cuerpos frutales de los hongos (Gupta, Summuna, Gupta, & Annepu, 2019).

El cultivo de hongos no requiere de una gran extensión de tierra, la disponibilidad de capital puede llegar a ser moderada en comparación con otros cultivos, asimismo se requiere de poco mantenimiento, convirtiéndola en una actividad factible tanto para los agricultores rurales, como para los habitantes semiurbanos (Knowledge Sourcing Intelligence, 2017). Conjuntamente, el cultivo de hongos brinda oportunidades para mejorar la sostenibilidad de los pequeños sistemas agrícolas mediante el reciclaje de materia orgánica, al emplear biotecnología microbiana para la bioconversión de desechos agrícolas que pueden usarse como sustrato de cultivo y luego devolverse a la tierra como fertilizante (Barros & Linde, 2012).

Con estas acciones no solo se fortalecen los medios de vida de los agricultores al generar ingresos agrícolas constantes, de igual manera se reduce de forma significativa la vulnerabilidad ante la pobreza y la inestabilidad alimentaria. No hay duda de que, si la tecnología de cultivo de hongos se promueve y desarrolla adecuadamente, particularmente en países vulnerables, la oportunidad de crecimiento económico será un parteaguas para asegurar un futuro sostenible. Los hongos cultivados no solo proporcionarían seguridad alimentaria, sino también dietas nutritivas (Vicenti, et al, 2013).

El propósito de este artículo es describir las propiedades nutricionales de los hongos y las tendencias económicas más recientes en su producción; además de posibles desarrollos tecnológicos, otro punto que se

hizo evidente en la revisión y en los resultados de la investigación, es la necesidad de estudiar un número mayor de especies de hongos comestibles que proporcionen beneficios similares en comparación con los que ya se cultivan y comercializan, con el propósito de extender el mercado y llegar al mayor número de personas y poblaciones en riesgo alimentario. Cabe señalar que, a largo plazo, la producción exitosa de hongos debe estar respaldada por una base de conocimientos científicos y tecnológicos sólidos.

## 2. Materiales y Métodos

La presente contribución se establece con base a un análisis de contenido cualitativo y una revisión sistemática de la literatura disponible, a través de una estrategia de búsqueda que cumple con ciertos requisitos de inclusión como informes elaborados por organismos dedicados al estudio de los hongos, estudios sobre propiedades nutricionales y la relación que constituye con la biodiversidad, así como bases de datos importantes relacionadas al tema de investigación, Dentro de la revisión se tomó en cuenta el valor nutrimental de los hongos comestibles con mayor consumo considerando el valor proteínico, así como carbohidratos y grasas tal como se muestran en la Tabla 1.

Se incluyeron también las especies de hongos más significativos en torno a su importancia ecológica y comercial, así como su país de origen tal y como se muestran en la Tabla 2. Es importante recalcar la importancia de este tema en relación al tema de alimentación y nutrición, ya que a nivel mundial, de acuerdo a un estudio que se realizó (Cano Estrada & Romero Bautista, 2016) sólo se han estudiado un 6% de la diversidad fúngica. En este estudio también se hace hincapié en la importancia de seguir investigando nuevas especies con el propósito de desarrollar productos alimenticios que pueden ser consumidos por un número mayor de personas, así como con la posibilidad de replicar ese conocimiento en la creación de modelos sostenibles que tengan como propósito la expansión y crecimiento de nuevos mercados.

## 3. Resultados y Discusión

La promoción del consumo de hongos a nivel mundial ha sido limitada debido a la falta de conocimiento e interés por parte de los consumidores, y de la industria alimentaria en general. El consumo de hongos se ha desarrollado hasta ahora por estrategias de venta orientadas a un mercado muy limitado. Sumado a ello, los cultivadores de hongos son heterogéneos en su producción y no están desarrollando o de alguna manera mejorando adecuadamente los canales de distribución, servicios, y nuevas líneas de producción, así como el de establecer estrategias de marketing y distribución. Una estrategia para aumentar el consumo de hongos debe considerar el apoyo y la financiación adecuados de todos los sectores involucrados en la cadena de producción-consumo, incluido el sector académico, con la finalidad de aportar conocimiento y base científica para aquellos que desconozcan aún las bondades y los beneficios en el consumo de hongos comestibles.

Es entonces que el resultado cualitativo de esta investigación, nos ha proporcionado información que involucra no solo al productor y consumidor, sino que ha fortalecido a una cadena de producción que aporta la posibilidad de llegar a número mayor de consumidores y que a través del conocimiento científico se ha podido obtener un rendimiento sostenible, abriendo las posibilidades de obtener alimento que aporte los requerimientos diarios nutricionales y al mismo tiempo ser una fuente inagotable de recursos para zonas vulnerables.

### 3.1 Valor nutrimental de los hongos comestibles silvestres

Los hongos comestibles silvestres tienen un alto valor económico y culinario, debido a sus propiedades nutricionales y médicas. Se consideran alimentos funcionales, no solo por las propiedades nutricionales que poseen, de igual modo se ha demostrado en numerosas publicaciones, los efectos benéficos para la salud

adicional a su uso en la prevención o tratamiento de diversas enfermedades. Su acción terapéutica se atribuye a los compuestos bioactivos que tienen en sus cuerpos fructíferos (Cano Estrada & Romero Bautista, 2016). El valor nutricional de los hongos está relacionado principalmente con su contenido de proteínas. Se considera que la proteína de los hongos tiene una calidad nutricional superior a la de las proteínas vegetales.

El contenido de proteínas no solo depende de factores ambientales y la etapa de madurez del cuerpo fructífero, sino también de las especies (Colak, Faiz, & Sesli, 2009), pero pueden oscilar entre los 12,0 a 29,3% (valores medios de materia seca) según (Nieto, Cuzcano, & Reyes, 2019). La composición de aminoácidos es cercana o supera a las de las proteínas de soya, e incluso para algunas especies de hongos la composición puede compararse con la de huevo de gallina (Jian-zhong & Ling-xian, 2008). Los hongos silvestres comestibles contienen varias vitaminas primarias que incluyen tiamina, riboflavina, niacina, tocoferol y vitamina D, sin embargo la vitamina D está prácticamente ausente en los hongos cultivados (Cheung, 2010), pero los niveles de ergosterol, la provitamina del ergo calciferol, son relativamente altos. De igual manera se encuentran en algunas especies con una gran cantidad de antioxidantes.

La gran cantidad de proteínas, carbohidratos, minerales esenciales y bajos niveles de energía hacen que muchos hongos silvestres sean un buen alimento comparándolo inclusive en algunos casos, con la carne, los huevos y la leche. Cabe resaltar que los HCS son productos altamente perecederos, por lo que las estrategias de conservación y portabilidad desempeñan un papel crucial. De acuerdo a (Ramírez, 2017) se sugiere que para conservar aún más los nutrientes de este maravilloso alimento, la deshidratación es una buena opción para prolongar el tiempo de vida útil y conservar sus nutrientes tanto para disfrutarlos a lo largo del año, así como para comercializarlos en espacios lejanos al lugar de brote como restaurantes y/o tiendas especializadas, sin embargo aún son necesarios métodos de almacenamiento y tratamientos culinarios aún más completos.

A medida que la cantidad de hongos silvestres se reduce en su entorno natural, debido a la deforestación que sufren los bosques, sumada a la pérdida anual de alrededor de 100,000 km cuadrados de territorio boscoso, se calcula que la desaparición de una cuarta parte de la biodiversidad mundial seguirá en aumento, lo que significa que alrededor de 350,000 especies de hongos se habrán extinguido (Guzmán Gaston, 1998). La importancia que recae en estas acciones y en como los alimentos forestales han contribuido a lo largo de la historia a mejorar la seguridad alimentaria de las personas y a contribuir con sustento nutritivo, asequible y sustentable, es sin dudar una actividad de vital importancia que debe ser tomada en cuenta para garantizar una seguridad alimentaria para futuras generaciones.

En la Tabla 1 se ofrece un resumen de algunos análisis nutritivos de las principales especies comestibles que han sido deshidratada (el contenido de humedad oscila entre el 85 y el 95 por ciento en los hongos carnosos y en tipos similares). Las especies comestibles tienen un bajo contenido de grasas, contienen aminoácidos esenciales, minerales útiles y, aunque no son alimentos que suministran energía son una fuente de nutrición fundamentalmente mejor que la que cotidianamente es asumida o supone que lo sea (Boa, 2005).

**Tabla 1** – Valor nutrimental de algunos hongos comestibles silvestres (HCS) (Boa, 2005)

Nombre científico	País	Proteínas	Carbohidratos	Grasas
Amanita Caesarea	Francia	15	d	14
Amanita Loosii	República Democrática del Congo	20	d	d
Amanita Rubescens	México	18	d	d
Boletus edulis	Turquía	38	47	9
Boletus edulis	Finlandia	23	ns	2
Boletus erythropus	Jordania	15	57	1
Boletus frostii	México	16	ns	ns

Boletus loyo	Chile	22	50	1
Cantharellus cibarius	Turquía	21	62	5
Cantharellus cibarius	República Democrática del Congo	15	64	5
Lactarius phlebophyllum	República unida de Tanzania	30	51	9
Lactarius Deliciosus	Francia	23	ns	7
Lactarius Deliciosus	Chile	27	28	7
Lactarius Indigo	México	13	ns	ns
Lactarius torminosus	Finlandia	21	ns	2
Lactarius piperatus	Turquía	27	65	2
Ramaria Flava	México	14	ns	d
Ramaria Flava	Finlandia	24	ns	2
Russula cyanoxantha	Francia	17	ns	8
Russula delica	India	17	ns	ns
Russula sp	República Democrática del Congo	29	55	6
Suillus luteus	Chile	20	57	4
Suillus granulatus	Chile	14	70	2
Terfezia claveryi	Iraq	8	17	ns
Termitomyces microcarpus 1	República unida de Tanzania	49	29	10
Termitomyces microcarpus 2	República unida de Tanzania	35	37	6
Termitomyces microcarpus	República Democrática del Congo	33	38	5
Tricholoma populinum	Canadá	13	70	9
Tricholoma saponaceum	Francia	5	d	7
Tirmania nivea	Iraq	14	21	d

ns- no señalado. Las cifras fueron redondeadas al número superior inmediato. d – desconocido

### 3.2 Valor económico de los hongos silvestres comestibles

Se estima que el mercado del cultivo de hongos comestibles representará un valor de USD 16,7 mil millones en 2020 (Research and Markets, 2020), lo que representa un crecimiento exponencial debido a importantes factores, el aumento del consumo de hongos per cápita, la producción rentable y la creciente demanda de alimentos veganos y naturales en la dieta a nivel global. Sin embargo, la falta de conocimientos técnicos para la producción de “micelio o spawn” entre los productores de los países en desarrollo puede obstaculizar el crecimiento del mercado.

El mercado de Asia-Pacífico figura como el principal consumidor de hongos per cápita en el mundo, su conocimiento en técnicas modernas de cultivo ha permitido adoptar una posición tanto de consumidor como de productor en toda la región. Según el Instituto de Investigación Empresarial de China, el país fue el mayor productor de hongos comestibles a nivel mundial y alcanzó un rendimiento anual estimado de 38,42 millones de toneladas en 2017. Esto representó alrededor del 75% de la producción mundial total. Además, la Subdivisión de Hongos Comestibles de la CCCFNA (Cámara de comercio de alimentos y productos

autóctonos) afirmó en el 2018 que la exportación de hongos comestibles se valoró en USD 3.800 millones en el mismo año (Research and Markets, 2020). De igual manera el consumo de hongos en países asiáticos como Japón, India y otros está en aumento (Zhang, Geng, Shen, Wang, & Cheng Dai, 2014) añadido al incremento de dietas veganas y la tendencia oscilante hacia alimentos ricos en nutrientes, han llevado al crecimiento del mercado de hongos en los países asiáticos a un crecimiento sostenido.

El cultivo de hongos puede ayudar a reducir la vulnerabilidad a la pobreza y a fortalecer los medios de vida de las personas, mediante la generación de una fuente confiable de ingresos. Es una actividad viable y atractiva tanto para los agricultores rurales como para los habitantes periurbanos (Marshall & Tan Nair, 2009). Se puede cultivar a tiempo parcial con poco mantenimiento. De manera indirecta, el cultivo de hongos también brinda oportunidades para mejorar la sostenibilidad de los pequeños sistemas agrícolas mediante el reciclaje de materia orgánica, que puede utilizarse como sustrato de cultivo y luego devolverse a la tierra como fertilizante (Marshall & Tan Nair, 2009). Las mujeres, y los ancianos pueden participar activamente en el cultivo, como en el llenado de sustratos en bolsas de plástico o contenedores, la recolección y la comercialización, es ideal para contar con una participación activa de mujeres con un sentido de inclusión y equidad. Existen varios ejemplos de programas que han mejorado el empoderamiento de las mujeres a través de la producción de hongos, brindándoles la oportunidad de adquirir habilidades agrícolas, independencia financiera y seguridad alimentaria.

Recientemente, el número de hongos comestibles cultivados ha aumentado a casi 30 y la producción mundial de hongos ha aumentado drásticamente de 6,1 millones de toneladas en 1997 a 12,2 millones de toneladas en 2002 (Chang, 2006). La producción mundial de hongos aumenta continuamente de 0,30 a 3,41 millones de toneladas durante el período de los últimos 50 años desde 1961 hasta 2010 (FAO, 2009) Los tres principales países productores de hongos, según datos de la (FAO, 2009) EE. UU. y Holanda representan más del 60% de la producción mundial; sin embargo, la participación de China es del 46%, que es aproximadamente la mitad de la producción mundial de hongos. Algunas de las especies cultivadas más comunes se enumeran en la (Tabla 2).

**Tabla 2** – Algunos hongos comestibles (Chakravarty, 2011)

Nombre común	Nombre en latín (Nombre científico)	Origen	Imagen
Champiñón Buttom Mushroom	<i>Agaricus Bisporus</i>	Europa	
Shiitake	<i>Lentinus edodes</i>	China	

<p>Seta de Ostra Oyster mushroom</p>	<p><i>Pleurotus Ostreatus</i></p>	<p>Florida</p>	
<p>Tallo de Terciopelo Velvet Stem mushroom</p>	<p><i>Flammulina velutipes</i></p>	<p>Japón</p>	
<p>Seta de Paja Paddy Straw mushroom</p>	<p><i>Volvariella Volvacea</i></p>	<p>China, Japón</p>	
<p>Hongo de Oreja Ear fungus</p>	<p><i>Auricularia auricula</i></p>	<p>China, Japón</p>	
<p>Hongo Reishi</p>	<p><i>Ganoderma lucidum</i></p>	<p>Japón</p>	
<p>Hongo Nameko</p>	<p><i>Pholiota Nameko</i></p>	<p>China, Japón</p>	

<p>Hongos de gelatina blanca White Jelly fungi</p>	<p><i>Tremella fuciformis</i></p>	<p>Taiwan</p>	
<p>Trufa Truffle</p>	<p><i>Tuber aestivum</i></p>	<p>Europa, Nueva Zelanda, Australia</p>	

De acuerdo a un estudio realizado por la empresa Research and Markets la promoción del consumo de hongos puede variar entre países, en el caso de países en desarrollo ha sido limitado debido a la falta de conocimiento científico específico o de investigación exhaustiva. Para el caso de los consumidores según (Cano Estrada & Romero Bautista, 2016) su falta de interés se relaciona con el desconocimiento y la satanización en su consumo, y para el caso de productores ha sido limitada por no contar con personal capacitado o con tecnología que contribuya con su producción a gran escala. El consumo de hongos se ha desarrollado hasta ahora básicamente por estrategias de venta por inercia u orientadas al pequeño productor. En la actualidad, el establecimiento de estrategias de marketing así como las bases teóricas adecuadas son esenciales para desarrollar la industria a una escala superior (Mayett, y otros, 2004).

En general los cultivadores de hongos se limitan en su producción, atribuyendo únicamente las especies más conocidas, en consecuencia, el desarrollo de nuevas líneas de productos ha quedado rezagada, y por tanto su canal de distribución y comercialización. Por añadidura, los consumidores son los menos informados sobre el valor nutricional de los hongos comestibles, demeritando otras áreas potenciales sobre su consumo. Con este desconocimiento general se tiene la falsa creencia que algunas otras especies de hongos silvestres son inaccesibles económicamente hablando, y que solo pueden ser consumidos por gusto individual ya sea en los mercados públicos o tianguis (Cano Estrada & Romero Bautista, 2016) en consecuencia el producto enlatado es más demandado por los niveles sociales altos y medios ya que se encuentran disponibles en supermercados y tiendas de conveniencia.

El mayor problema al que se enfrenta la creciente población mundial es la escasez de alimentos, el aumento de los precios, las nuevas enfermedades y finalmente la sobreexplotación del capital natural y la contaminación. En este escenario, los hongos ofrecen una solución a casi todos los problemas de la humanidad si se analizan de manera adecuada y exhaustiva en busca de su potencial y propiedades. Su popularidad se deriva de tres características altamente deseables: como alimento; (1) tienen un sabor notable; (2) son nutritivos; (3) se pueden procesar, secar, encurtir y enlatar fácilmente para permitir su almacenamiento y transporte desde el lugar de producción hasta el consumidor. Con los avances técnicos de las últimas décadas, el cultivo de hongos comestibles se ha extendido por todo el mundo. Dado que se pueden cultivar en diferentes condiciones climáticas y en desechos agrícolas e industriales.

Es importante destacar que están surgiendo nuevas preferencias en los consumidores (Zhang, Geng, Shen, Wang, & Cheng Dai, 2014) quienes demandan calidad y precio; es por ello la importancia de virar hacia un futuro sostenible y nuevas formas de comercializar hongos, un ejemplo además de los ya existentes,

podría ser cocer, congelar e incluso deshidratar los hongos, de esta forma podría extender su vida en anaquel así como la oportunidad de desplegar su comercialización internacional. Una de las estrategias nacionales para aumentar el consumo de hongos podría considerar no solo el apoyo financiero adecuado a los sectores que se encuentran involucrados en la cadena productiva, sino que además, contar con el apoyo académico y científico (Mayett, y otros, 2004) pues son quienes cuentan con una extensa base de estudio y que podrían aportar su conocimiento para una producción con menor costo que pudiera extenderse a todos los niveles sociales para garantizar una sostenibilidad y seguridad alimentaria.

De manera complementaria el cultivo de hongos podría ser un sector accesible para nuestra futura agricultura y silvicultura sostenibles, ya que son parte de una tecnología de bioconversión eficaz para transformar desechos y maderas en recursos potencialmente valiosos, inclusive se pueden utilizar para resolver problemas de importancia mundial, como la escasez de proteínas, la recuperación y reutilización de recursos así como la gestión ambiental. La biotecnología aparece también como una oportunidad sustancial para el total aprovechamiento de los hongos, ya que puede aumentar en gran medida la capacidad de producción e incluso reducir significativamente los costos. La genética, la bioquímica y la fermentación son tres de las áreas más que se unen a la biotecnología moderna con una ventana de oportunidades aún por explorar.

#### 4. Conclusiones

El gran reto en países en desarrollo sigue siendo la promoción sobre el consumo de hongos comestibles, no solo para demostrar su alto nivel nutricional, y su bajo costo en producción; es importante idear estrategias y alternativas para eliminar las falsas creencias entorno a su consumo y su potencial nutritivo, involucrarse con tecnologías que potencialicen sus bondades. Es entonces que podemos concluir sobre los diversos beneficios de los hongos para los humanos con las palabras del padre de la medicina, Hipócrates “Deja que la comida sea tu medicina y la medicina sea tu comida.

#### 5. Referencias

Aaronson, S. (2000). *The Cambridge world history of food*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. Recuperado el 3 de septiembre de 2020.

Ahmad, B., Bodha, R., & Wani, A. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, 598-260. Recuperado el 08 de Noviembre de 2020

Barros , N., & Linde, G. A. (2012). *Organización y preservación de microorganismos en Brasil*. Umuarama: El Colegio de la Frontera Sur. Recuperado el 13 de septiembre de 2020

Boa, E. (2005). *Los hongos silvestres comestibles Perspectiva Global de su uso e importancia para la población*. Roma: FAO.

Cano Estrada, A., & Romero Bautista, L. (2016). Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1). Recuperado el 13 de septiembre de 2020

Chakravarty, B. (2011). Trends in Mushroom cultivation and breeding. (A. L. Centre, Ed.) *Australian Journal of Agricultural Engineering*, 102-109. Recuperado el 17 de septiembre de 2020

Chang, S.-T. (2006). The World Mushroom Industry: Trends and Technological Development. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 297-314.

- Cheung, P. (2010). The nutritional and health benefits of mushrooms. *Nutrition Bulletin*, 292-299. Recuperado el 15 de septiembre de 2020
- Colak, A., Faiz, Ö., & Sesli, E. (2009). Nutritional Composition of Some Wild Edible Mushrooms. *Turkish Journal of Biochemistry–Turk J Biochem*, 25-31. Recuperado el 15 de septiembre de 2020
- FAO. (2009). *World mushroom & truffles production 1961-2007*. United Nations FAO.
- Gupta, S., Summuna, B., Gupta, M., & Annepu, S. (2019). Edible Mushrooms: Cultivation, Bioactive, Molecules, and Health Benefits. *Springer Nature*, 1815-1847. Recuperado el 9 de Septiembre de 2020
- Guzmán Gaston;. (1998). Inventorying the Fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 369-384. Recuperado el 15 de septiembre de 2020
- Jian-zhong, Y., & Ling-xian, Z. (2008). Analysis of nutritional components of 4 kinds of wild edible fungi in Yunnan. (I. o. Science, Ed.) *Food Research and Development*. Recuperado el 15 de septiembre de 2020
- Knowledge Sourcing Intelligence. (2017). *Global edible mushrooms market industry trends, opportunities and forecasts to 2023*. India. Recuperado el 4 de septiembre de 2020
- Lira Gomez, Carlos. (s.f.). *Lifeder*. Recuperado el 16 de septiembre de 2020, de <https://www.lifeder.com/micelio/>
- Marshall, E., & Tan Nair, N. (2009). Rural Infrastructure and Agro-Industries Division. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado el 17 de septiembre de 2020
- Mayett, Y., Martinez, D., Sanchez, M., Macías, A., Mora, S., & Estrada , A. (2004). Consumption of edible mushrooms in developing countries: The case of Mexico. *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*, 687-696.
- Nieto, J., Cuzcano, A., & Reyes, W. (2019). Estudio preliminar de la composición nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en pulpa de café. (G. d. Bioprocesos, Ed.) *Revista de la Sociedad Química de Perú* , 85(4). Recuperado el 15 de septiembre de 2020
- Ramírez, J. (Diciembre de 2017). Los hongos comestibles silvestres, su contexto alimentario y propuesta de deshidratado como proceso industrial. (U. A. México, Ed.) Toluca, Estado de México. Recuperado el 13 de Octubre de 2020
- Research and Markets. (2020). *Global Mushroom Cultivation Industry (2020 to 2025) - Economic Viability of Mushroom Cultivation and Trade by Developing Countries Presents Opportunities*. Dublin, Ireland: GlobeNewswire. Recuperado el 16 de septiembre de 2020
- Rojas, C., & Mansur, E. (1995). *Informaciones generales sobre productos non madereros en Ecuador*. Ecuador: FAO Oficina regional para América Latina y el Caribe. Recuperado el 3 de septiembre de 2020
- Roncero-Ramos, I. (2015). Propiedades Nutricionales y saludables de los hongos. Recuperado el 5 de

septiembre de 2020

Sanchez, C. (2004). Modern aspects of mushroom culture technology. *Springer*, 7. Recuperado el 5 de septiembre de 2020

Shauket, A., Hamid, A., Rouf, H., & Bilal, A. (2014). Mushroom refinement endeavor auspicate non green revolution in the offing. *Nusantra Bioscience*, 173-85. Recuperado el 6 de septiembre de 2020

Swann, E., & Hibbett, D. (2012). *Tree of life web project*. Recuperado el 13 de septiembre de 2020, de <http://tolweb.org/Basidiomycota/20520>

Vicenti, B., Termote, C., Ichowitz, A., Powell, B., Kehlenbeck, K., & Hunter, D. (2013). The contribution of forests and trees to sustainable diets. *Sustainability Open acces journal*, 4797-4824. Recuperado el 9 de septiembre de 2020

Wang, X.-M., Zhang, J., Wu, L.-H., Zhao, Y.-L., Li, T., Li, J.-Q., . . . Liu, H.-G. (2013). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. *Food Chemistry-Elsevier*, 279-285. Recuperado el 6 de septiembre de 2020

Willis, K. J. (2018). *State of the World's Fungi 2018*. New York: Royal Botanic Gardens, Kew. Recuperado el 03 de Septiembre de 2020

Zhang, Y., Geng, W., Shen, Y., Wang, Y., & Cheng Dai, Y. (2014). Edible Mushroom Cultivation for Food Security and Rural Development in China: Bio-Innovation, Technological Dissemination and Marketing. *Sustainability*, 2961-2973.