

LAS BONDADDES DE UN HONGO BASIDIOMICETO LLAMADO *PLEUROTUS OSTREATUS*

Yetzemany Huitrón Contreras, Soley Berenice Nava Galicia y Martha Bibbins Martínez*
Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada-Instituto Politécnico Nacional

*e-mail: mbibbinsm@ipn.mx

RESUMEN

Los hongos basidiomicetos son potenciales fábricas de metabolitos secundarios con actividad biológicamente importante, entre las especies de importancia mundial destaca *Pleurotus ostreatus*, el cual se encuentra clasificado como un organismo **Generalmente Reconocido Como Seguro** (GRAS: “Generally Recognized As Safe”), por la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA, por sus siglas en inglés). Sus propiedades organolépticas, nutricionales, pero sobre todo medicinales, son de gran interés para la ciencia, es por ello que en este artículo se destacan parte de las bondades que ofrece este basidiomiceto en pro de la salud humana a través de los metabolitos que produce.

PALABRAS CLAVE: *Pleurotus ostreatus*, nutraceuticos, compuestos bioactivos, metabolismo secundario, GRAS

Abstract

Basidiomycetous fungi are potential factories of secondary metabolites with biologically important activity, and among the species of worldwide importance, *Pleurotus ostreatus* stands out. This organism is classified as GRAS (Generally Recognized as Safe) by the Food and Drug Administration (FDA). Its organoleptic, nutritional but above all medicinal, properties are of great interest to science that is why this article highlights part of the goodness offered by this basidiomycete in pro of human health through the metabolites it produces.

KEYWORDS: *Pleurotus ostreatus*, nutraceutics, bioactive compounds, secondary metabolism, GRAS

I. INTRODUCCIÓN

Las setas (hongos comestibles) como *Pleurotus ostreatus* (hongo ostra), son uno de los elementos de la dieta humana que se encuentra en muchos países del mundo, su cada vez más creciente aceptación, se basa en sus propiedades nutricionales y organolépticas. Pueden consumirse frescas, cocidas, secas ó fritas. También se han desarrollado numerosos productos alimenticios de mayor valor agregado a base de setas, como pastas, patés, salsas, té, bebidas, entre otros que ya se encuentran disponibles comercialmente. El valor nutricional de los hongos se da por su contenido proteico rico en aminoácidos esenciales y altas cantidades de carbohidratos digeribles y no digeribles, predominando los carbohidratos no digeribles considerados como fibra dietética con muchas propiedades beneficiosas para la salud. Además de otros componentes menos abundantes como lípidos, vitaminas, así como micro y macroelementos (potasio, fósforo, calcio).

Como fuente de compuestos bioactivos, los hongos comestibles han sido estudiados por sus potenciales

propiedades anticancerígenas, antivirales, antimicrobianas, inmunopotenciadoras, hipocolesterolémicas, hepatoprotectoras y anti-diabéticas, así como otras. La naturaleza química de los compuestos bioactivos es diversa y comprende moléculas pequeñas y macromoléculas poliméricas.

Por lo anterior, se vuelve un tema de gran interés, ahondar en las “bondades” de uno de los hongos comestibles más importantes en la biotecnología moderna, *P. ostreatus*.

2. LAS BONDADDES DE LOS HONGOS

2.1 Un vistazo a los hongos basidiomicetos, de la naturaleza a tu plato

Los basidiomicetos forman el segundo grupo más grande de hongos, en su mayoría macroscópicos (visibles a simple vista) e incluyen los conocidos hongos agaricales dentro de los que se encuentran algunas de las setas comestibles más conocidas. Con más de 50,000 especies, de las cuales 684 ya se encuentran descritas y más de 533 ya cuentan con su genoma secuenciado (MycCosm 2020). En la naturaleza juegan un rol ecológico fundamental al participar en el reciclado de carbono en sistemas forestales a través de la descomposición de la madera, gracias a la maquinaria enzimática que presentan. Así mismo incluye una variedad diversa de especies que tienen un gran impacto en la humanidad ya que suelen ser comestibles (Madigan y Martinko 2009).

Sin lugar a dudas los hongos han sido recolectados y consumidos por la humanidad durante miles de años. China es el país con el registro histórico antiguo y moderno más importante en el uso de hongos, no solo por sus propiedades nutritivas y sabor, sino también por sus propiedades curativas, y son empleados en terapias orientales tradicionales (Manzi et al. 1999).

En la antigua China se consideraban a los hongos como “el elixir de la vida”, en tanto que para la cultura romana, los hongos eran “la comida de los dioses”, y para los primeros egipcios eran considerados “un regalo del Dios Osiris”. (Chen y Li 2015; Doñan et al. 2013).

Aunque el uso de hongos en diversos países tiene una larga historia, en los países occidentales ha aumentado su popularidad en las últimas décadas. Se estima que el mercado mundial de hongos comestibles tiene un valor de 42 000 millones de dólares al año (Knowledge Sourcing Intelligence 2017). Al menos 350 especies de hongos se consumen como alimento, y dentro de los hongos basidiomicetos más consumidos se encuentran el champiñón común (*Agaricus brunnesces*) y el hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) (de Mattos-Shipley et al. 2016; Rodríguez et al. 2006)

2.2. Aspectos importantes en el ciclo de vida

El ciclo de vida de los hongos es muy importante y más aún cuando se quiere conocer en que etapa se producen los compuestos bioactivos. En basidiomicetos presentan tres fenómenos importantes: **PLASMOGAMIA** (fusión de dos células del micelio que se aparean, a través de la cual los núcleos de dos cepas coexisten en un citoplasma común), **CARIOGAMIA** (fusión de los núcleos) y **MEIOSIS** (división celular en la cual el número de cromosomas es reducido del estado diploide a estado haploide) (Figura 1).

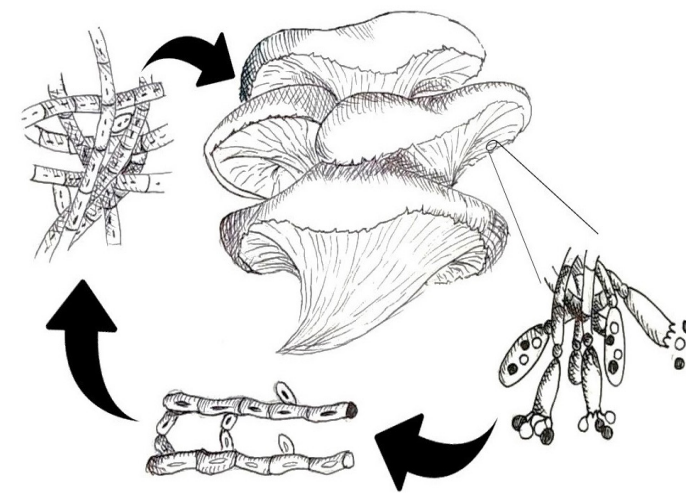


Figura 1. Ciclo de vida del hongo basidiomiceto *P. ostratus*

2.3. *P. ostreatus*, manjar lleno de nutrientes

El género *Pleurotus*, alberga una variedad de setas comestibles que son conocidas por su gran calidad nutricional: alto valor proteico con alto contenido de aminoácidos esenciales, una considerable concentración de vitaminas (B1, B2, B12, C, D, E, y caroteno), micro y macroelementos (potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro, cobre, selenio y zinc), fibra dietaria, además de poseer bajos niveles de sodio y grasas insaturadas (Figura 2) (Cardoso et al. 2017). El método de cultivo de *Pleurotus* se desarrolló exitosamente en Alemania durante la primera guerra mundial para poder dar con una solución para mitigar el problema de hambruna en el pueblo alemán (Piska et al. 2017). En los bosques, los cuerpos fructíferos del hongo ostra, como comúnmente se conoce, surgen en otoño (meses de octubre-noviembre). Este hongo es tolerante a bajas temperaturas, sin embargo, necesita de una gran cantidad de luz, pues en bajas condiciones de luz no se producen cuerpos fructíferos, o bien cuerpos fructíferos pequeños (Piska et al. 2017).

Siendo el segundo hongo comestible más cultivado alrededor del mundo, es empleado en muchas sociedades como sustituto de carne, además de ser buscado por su olor agrídulo a benzaldehído característico de anís y almendras (Beltran-García et al. 1997; Sanches 2010) (Figura 2).

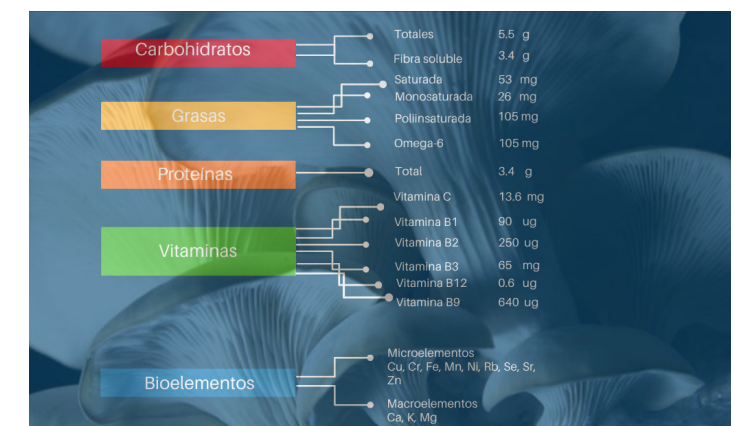


Figura 2. Contenido nutricional de *P. ostreatus*

2.4. Metabolitos secundarios, compuestos bioactivos de *Pleurotus ostreatus* ... ¿qué son?

Los metabolitos secundarios son aquellos compuestos orgánicos producidos por un organismo, los cuales no están directamente relacionados con el crecimiento, desarrollo o reproducción normal de dicho organismo. Éstos generalmente son bioactivos, usualmente de bajo peso molecular y son producidos como familias de compuestos sintetizados en ciertas etapas del ciclo de vida del organismo así como en determinado estadio de diferenciación morfológica (Keller et al. 2005).

En *Pleurotus*, los metabolitos secundarios, se pueden aislar tanto del micelio como del cuerpo fructífero así como del medio de cultivo empleado. Dentro de estos metabolitos se encuentran: β -glucanos, enzimas, polipéptidos, policétidos, ácidos grasos, polifenoles, flavonoides y terpenoides, entre otros. Algunas de las propiedades atribuidas a estos compuestos son: anticancerígenas, antitumorales, hipocolesterolémicas, antivirales, antibacterianas, o inmunomoduladoras, entre otras (Figura 3) (Barros et al. 2007, 2008; Cardoso et al. 2017; Lindequist et al. 2005).

Uno de los compuestos más importantes en *P. ostreatus* es la lovastatina, policétido que ha sido aprobado desde 1987 por la FDA, para usarse como fármaco para el tratamiento de dislipidemia, (Bobek y Ozdin 1994). Se ha reportado que 1g de peso seco de *P. ostreatus* contiene de 165.5 a 606.5 μ g/g de lovastatina (Shin-Yu et al. 2012). Otro compuesto es la ergotioneína, aminoácido derivado de la histidina con propiedades antioxidantes, considerada como un compuesto adyuvante en el tratamiento de golpes, enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares (Cheah y Halliwell 2012; Woldegiorgis et al. 2014). Así mismo, en extractos de *P. ostreatus* se ha encontrado un polisacárido ramificado, el β -glucano llamado pleuran, (Fričová y Koval'aková, 2013; Karácsonyi y Kuniakb, 1994), el cual se ha caracterizado como un agente inmunomodulador con potenciales aplicaciones en el tratamiento de cáncer, infecciones y desórdenes del sistema inmune (Devi et al. 2013, 2015).

También se han caracterizado péptidos con actividad antifungal, en el caso de *P. ostreatus* encontramos la pleurostrina, un péptido de 7 kDa, el cual presenta actividad contra los hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum*, *Mycosphaerella arachidicola* y *Physalospora piricola* (Chu et al., 2005) (Figura 3).

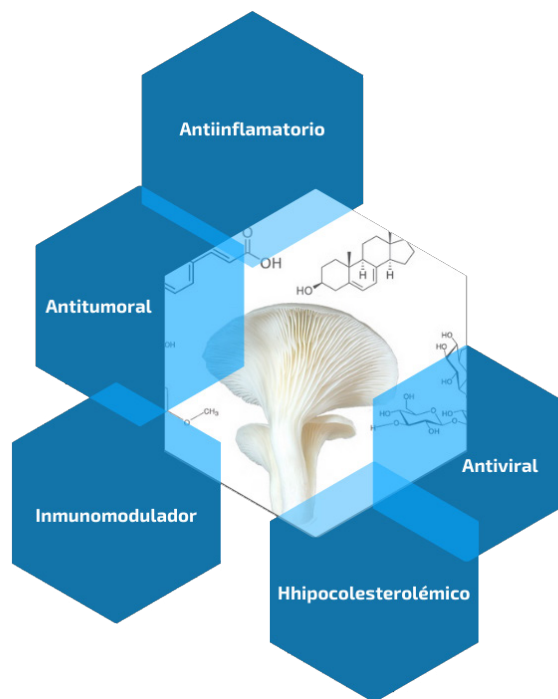


Figura 3. Propiedades nutraceuticas de *P. ostreatus*

3. PERSPECTIVAS

Diversos estudios muestran que los hongos comestibles pueden ser potencialmente utilizados para promover la salud ó tratar diversos padecimientos, ya sea como alimento ó como fuente de compuestos bioactivos. La investigación con organismos como *P. ostreatus*, dirigida a la identificación de nuevos compuestos, definición de mecanismos de acción y validación a nivel clínico, sigue siendo de medular importancia para lograr que los compuestos de origen natural logren sustituir a los compuestos de síntesis química y que por tanto ocasionen menos efectos secundarios a la salud.

Por otra parte, emergencias médico-sanitarias como la enfrentada en la reciente pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, pone de manifiesto la necesidad de contar con alternativas de tratamiento. Sin duda, una alternativa en la prevención y/o tratamiento, podría ser el empleo de compuestos con actividad antiviral aislados de organismos como *P. ostreatus*.

4. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional y Secretaría de Investigación y Posgrado, proyectos SIP 20200760 y SIP 20201736, al CONACYT beca 1506834488.

5. REFERENCIAS

Barros L, Baptista P, Correia M, Casal S, Oliveira B, y Ferreira R (2007). Fatty acid and sugar compositions, and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. *Food Chem*, 105, 140–145.

Barros L, Cruz T, Baptista P, Estevinho M, y Ferreira R (2008). Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology*, 46(8), 2742–2747. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.04.030>

Beltran-Garcia J, Estarron-Espinosa O. (1997). Volatile compounds secreted by the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and their antibacterial activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4049–4052.

Bobek, P, y Ozdin L. (1994). The mushroom *Pleurotus ostreatus* accelerates plasma very-low-density lipoprotein clearance in hypercholesterolemic rat. *Physiol Res*, 43, 205–206.

Cardoso C, Fernandes Â, Oliveira P, Calhella C, Barros L, Martins A, y Ferreira R (2017). Development of nutraceutical formulations based on the mycelium of: *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus*. *Food and Function*, 8(6), 2155–2164. <https://doi.org/10.1039/c7fo00515f>

Cheah K, y Halliwell B (2012). Ergothioneine; antioxidant potential, physiological function and role in disease. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*, 1822, 784–793.

Chen H, y Li S (2015). Polysaccharides from Medicinal Mushrooms and Their Antitumor Activities. In K. G. Ramawat & J.-M. Mérillon (Eds.), *Polysaccharides: Bioactivity and Biotechnology* (pp. 1893–1910). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16298-0_3

Chu T, Xia L, y Ng B (2005). Pleurostrin, an antifungal peptide from the oyster mushroom. *Peptides*, 26(11), 2098–2103. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2005.04.010>

de Mattos-Shiple J, Ford L, Alberti F, Banks M, Bailey M, y Foster D (2016). The good, the bad and the tasty: The many roles of mushrooms. *Studies in Mycology*, 85(Litten 1975), 125–157. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2016.11.002>

Devi S, Behera B, Mishra D, y Maiti K (2015). Immune augmentation and Dalton's Lymphoma tumor inhibition by glucans/glycans isolated from the mycelia and fruit body of *Pleurotus ostreatus*. *Int. Immunopharmacol.*, 25, 207–217.

Devi S, Roy B, Patra P, Sahoo B, Islam S, y Maiti K (2013). Characterization and lectin microarray of an immunomodulatory heteroglucan from *Pleurotus ostreatus* mycelia. *Carbohydr. Polym.*, 94, 857–865.

Doğan H, Duman R, Özkalp B, y Aydın S (2013). Antimicrobial activities of some mushrooms in Turkey. *Pharmaceutical Biology*, 51(6), 707–711. <https://doi.org/10.3109/13880209.2013.764327>

Fričová O, y Koval'aková M (2013). Solid-State ¹³C CP MAS NMR spectroscopy as a tool for detection of (1→3, 1→6)-β-D-Glucan in products prepared from *Pleurotus ostreatus*. *ISRN Anal. Chem.*, 2013(248164), 1–4.

Karácsonyi Š, y Kuniakb L (1994). Polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*: Isolation and structure of pleuran, an alkali-insoluble β-d-glucan. *Carbohydr. Polym.*, 24, 107–111.

Keller P, Turner G y Bennett W (2005). Fungal secondary metabolism — from biochemistry to genomics. *Nature Reviews Microbiology*, 3, 937–947.

Lindequist U, Niedermeyer J y Jülich D (2005). The pharmacological potential of mushrooms. *ECAM*, 2, 285–299.

Madigan T y Martinko M (2009). Brock. *Biología de los microorganismos* (12a ed.). PEARSON Education. pp 601.

Manzi P, Gambelli L, Marconi S, Vivanti V y Pizzoferrato L (1999). Nutrients in edible mushroom: An inter-species comparative study. *Food Chem*, 65, 477–482.

MycCosm (2020) <https://mycocosm.jgi.doe.gov/mycocosm/home>

Piska K, Sułkowska-Ziaja K, y Muszyńska B (2017). Edible mushroom *Pleurotus ostreatus* (Oyster mushroom) – Its dietary significance and biological activity. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 16(1), 151–161.

Knowledge Sourcing Intelligence (2017). Global edible mushrooms market – Industry trends, opportunities and forecasts to 2023. Report. Available from: <https://www.knowledge-sourcing.com/products/global-edible-mushrooms-market-industry-trends-opportunitiesand-forecasts-to-2023>

Rodríguez N, Araque M, y Perdomo F (2006). Producción de los hongos comestibles Orellanas y Shiitake. *Sena, Asofungicol, FNC, Cenicafe*, 33. [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/857/1/Hongos comestibles Orellanas Shiitake.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/857/1/Hongos%20comestibles%20Orellanas%20Shiitake.pdf)

Sanches C (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85, 1321–1377.

Shin-Yu C, Kung-Jui H, Yun-Jung H, Li-Ting W y Jeng-Leun M (2012). Contents of lovastatin, g-aminobutyric acid and ergothioneine in mushroom fruiting bodies and mycelia. *Food Sci. Technol.-Leb*, 47, 274–278.

Woldegiorgis Z, Abate D, Haki D y Ziegler R (2014). Antioxidant property of edible mushrooms collected from Ethiopia. *Food Chem*, 157, 30–36.