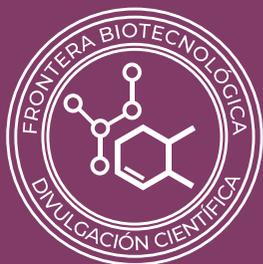




Setas del estado de Tlaxcala: tesoro ecológico, nutricional y cultural



Juárez-Atonal Rosalia, Martínez-Tozcano Luis Jesús, Morales-Mora Luis Ángel, Flores-González Ariadne E., Nava-Galicia Soley Berenice, Bibbins-Martínez Martha Dolores*

Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional. Laboratorio de biología celular y molecular de hongos. Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala. 90700. México.

Autor de correspondencia: mbibbinsm@ipn.mx

RESUMEN

Las setas o cuerpos fructíferos de algunos hongos se han utilizado desde la antigüedad como alimento, en la medicina tradicional y como parte de rituales espirituales. Estos organismos crecen sobre el suelo y los troncos de los árboles, por tanto, se pueden identificar y recolectar fácilmente. Poseen un alto potencial nutricional y terapéutico y se clasifican como alimentos funcionales debido a su alto contenido de compuestos como polisacáridos, terpenos, flavonoides, proteínas, vitaminas y minerales, con comprobada actividad antitumoral, antiviral, anticancerígena, antimicrobiana e inmunomoduladora, entre otras. Aunque México tiene una alta biodiversidad micológica, sólo se ha logrado identificar aproximadamente el 5 % de las setas.

El volcán La Malinche, en Tlaxcala, posee una gran diversidad micológica de más de doscientas especies, de las cuales el 50 % se utilizan localmente para la alimentación, la cosmética y la agricultura. Las especies consumidas incluyen *Amanita basii*, *Lyophyllum decastes* y *Boletus pinophilus*. El conocimiento tradicional ha permitido identificar y usar sosteniblemente estos recursos de generación en generación, lo que es esencial para la economía y la gastronomía local. Estas prácticas ponen de manifiesto el papel de las setas en la biodiversidad y en la vida diaria, y vinculan su importancia ecológica, cultural y económica.

Palabras clave: compuestos bioactivos, nutraceuticos, setas, Tlaxcala, valor nutricional

ABSTRACT

Mushrooms, or fruiting bodies of some fungi, have been used since ancient times as food, in traditional medicine and as part of spiritual rituals. These organisms grow on the ground and tree trunks, so they can be easily identified and collected. They have high nutritional and therapeutic potential and are classified as functional foods due to their high content of compounds such as polysaccharides, terpenes, flavonoids, proteins, vitamins, and minerals, with proven antitumor, antiviral, anticancer, antimicrobial, and immunomodulatory effects. Although Mexico has a high mycological biodiversity, only approximately 5% of mushrooms have been identified.

La Malinche volcano in Tlaxcala state has a great mycological diversity of more than two hundred species, 50 % of which are used locally for food, cosmetics, and agriculture. Species often consumed include *Amanita basii*, *Lyophyllum decastes*, and *Boletus pinophilus*. Traditional knowledge has made it possible to identify and sustainably use these resources from generation to generation, which is essential for the local economy and gastronomy. These practices highlight the role of mushrooms in biodiversity and daily life and link their ecological, cultural, and economic importance.

Keywords: bioactive compounds, mushrooms, nutraceuticals, nutritional value, Tlaxcala

1 Introducción

México es un país megadiverso con gran endemismo de setas. Se calcula que existen cerca de 200,000 especies de hongos en el territorio mexicano, de las cuales, sólo se tienen estudios entre el 3.5 - 5%. El conocimiento de sus beneficios en la salud no es nuevo, sino que se remonta al establecimiento de las culturas nativas del país, por su uso en la medicina tradicional. Por lo cual, México es un territorio de suma importancia biológica, gastronómica y cultural de diversidad micológica (Contreras et al., 2018).

El volcán "La Malinche" es una de las montañas más importantes en el centro de México. Se ubica en la faja volcánica transmexicana, en la parte sur del estado de Tlaxcala. La vegetación

silvestre incluye una comunidad de *Pinus pseudostrabus*, *Quercus glabrescens*, *Quercus spp.*, característicos de bosques de coníferas. En las comunidades de Tlaxcala se han documentado más de 200 especies de hongos, de las cuales aproximadamente el 50 % son utilizadas por la población local como alimento, uso cosmético, e insecticida. Las especies más consumidas en estas localidades son *Amanita basii*, *Lyophyllum decastes* y *Boletus pinophilus* (Montoya et al., 2004).

Por ello, las setas son de gran relevancia no solo a nivel del ecosistema, sino también como parte integral de la gastronomía, del sistema económico y tradicional (Montoya et al., 2019).

2

¿Qué son las setas?

Las setas son los cuerpos fructíferos de los hongos y son el segundo grupo más numeroso en la tierra después de los insectos. Son organismos eucariotas que pertenecen al Reino Fungi. Pueden adaptarse a diferentes climas, siendo los responsables de degradar la materia orgánica, mientras crecen con ella y mantienen el equilibrio de los ecosistemas del mundo (García, 2001). Las setas crecen por encima (epigeos) del suelo y son lo suficientemente grandes para ser visibles y recolectados. Existen setas silvestres medicinales y setas silvestres comestibles. Son valoradas a nivel mundial y han formado parte de la cultura humana desde hace miles de años por nuestros ancestros (Rizzo et al., 2021).



La estructura general de las setas puede variar dependiendo del tipo de seta. Dentro de las partes estructurales más comunes, se encuentran el sombrero (píleo) y el pie (estípite). El sombrero es la parte superior de la seta que produce el hongo conocido coloquialmente como carne, la cual está cubierta por una fina capa, conocida como cutícula, que aporta textura y color a la seta, debajo del sombrero se encuentran las laminas y laminillas, estas estructuras contienen las esporas, estructuras reproductivas que se utilizan para la propagación de la especie. El micelio es la parte vegetativa de los hongos, está constituido por una masa de filamentos denominados hifas, los cuales se ramifican formando un entramado que da origen al micelio (Figura 1) (Azeem et al.,2020, Islam et al., 2017).

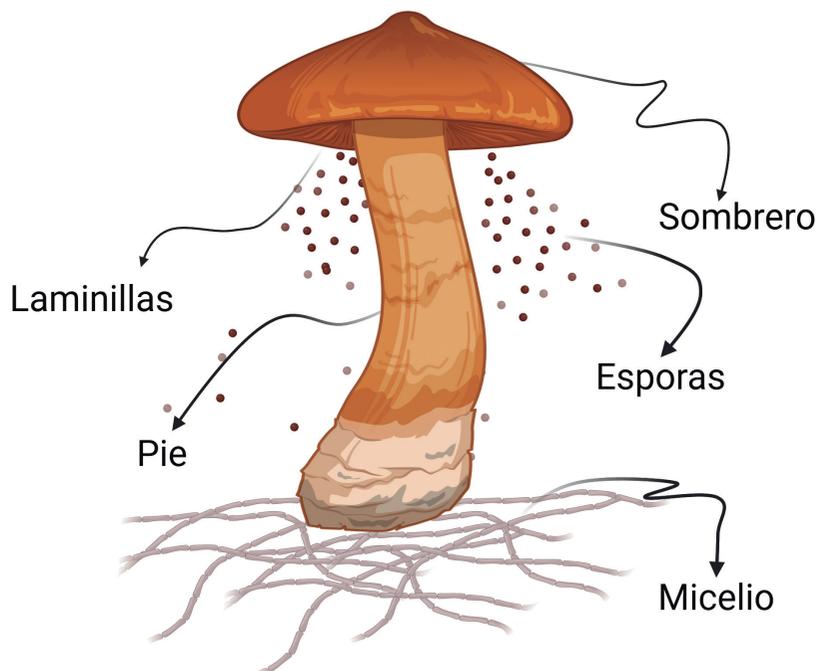


Figura 1. Estructura morfológica general de las setas: sombrero, pie, laminas, esporas, y micelio,

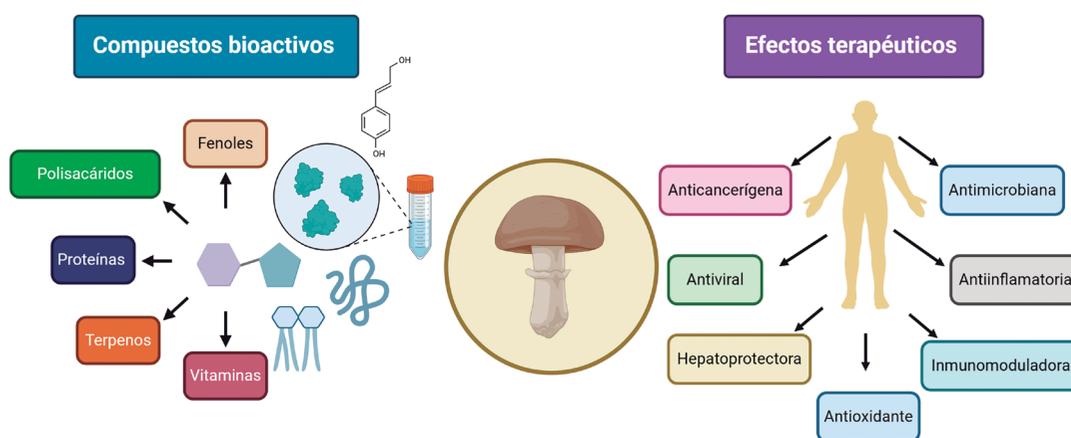
Figura 2. Compuestos bioactivos de los hongos y sus efectos beneficiosos para la salud humana.

3

Valor nutricional y principales propiedades bioactivas de las setas

Los hongos se clasifican como “alimentos funcionales” al poseer un contenido nutricional excepcional que favorece la salud y el bienestar general. Se ha reportado que comer regularmente setas o productos derivados de las mismas es útil en el tratamien-

to y protección contra una amplia variedad de enfermedades, lo que las convierte en las fuentes naturales más interesantes de compuestos para aplicaciones farmacéuticas y son componentes centrales de la medicina tradicional en todo el mundo (El Enshasy y Hatti, 2013, Bhambri et al. 2022). Las setas contienen moléculas bioactivas como los polisacáridos, los terpenos, los flavonoides, compuestos fenólicos, proteínas, lectinas, carotenoides, entre otros. Estos compuestos ejercen actividades biológicas positivas tales como: antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas, antivirales, hepatoprotectoras, antiinflamatorias, antifúngicas e inmunomoduladoras, entre otras (Ma et al., 2018; Rizzo et al., 2021; Yadav et al.,2021).



4

Historia y tradición del consumo de las setas en México

Los hongos han sido parte de la creciente biodiversidad durante unos 300 millones de años. Muy probablemente los humanos prehistóricos y las primeras civilizaciones (griegos, egipcios, romanos, chinos y algunas civilizaciones prehispánicas de nuestro territorio) los utilizaban como alimento, con fines medicinales y en ceremonias religiosas, debido a que los apreciaban como un manjar exquisito y sabían algo sobre su valor terapéutico (Miles et al., 2004). Los aztecas, por ejemplo, usaban el teonanácatl (*Psilocybe spp.*) para comunicarse con los dioses y obtener visiones (Carod-Artal, 2015). Específicamente en México, se considera que los hongos son uno de los organismos más abundantes y con gran endemismo de especies (Guzmán, 1995). Actualmente las comunidades rurales de distintas regiones de México tienen un amplio conocimiento sobre los hongos. El conocimiento tradicional se define como el conjunto de saberes y prácticas que se han generado, seleccionado y acumulado de manera colectiva a lo largo del tiempo, conservando

en la memoria colectiva y transmitiendo de una generación a otra. (Burrola-Aguilar et al., 2012). En México, se utilizan tradicionalmente cerca de 371 especies de hongos, lo que lo convierte en el segundo país con más variedades de hongos silvestres comestibles (Figura 3), solo detrás de China, que tiene 600 especies. Asimismo, México ocupa el sexto lugar en el mundo en cuanto a diversidad de grupos étnicos (Ruiz-Almenara et al., 2019). Un gran porcentaje de la población, especialmente en áreas empobrecidas, habita cerca de los bosques, donde los recursos forestales son fundamentales para su alimentación, desempeñando un papel crucial en las dietas de diversas comunidades étnicas a nivel mundial (Ruan-Soto, 2018). La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) reportaron que en 2021 los principales estados productores de hongos comestibles fueron: Querétaro, Estado de México y Coahuila (SIAP, 2021).



Figura 3. Ejemplo de la variedad de hongos comestibles nativos de México (SIAP, 2021)



Las setas comestibles en el estado de Tlaxcala

El estado de Tlaxcala posee vegetación predominante de bosque de coníferas y encinos, matorrales, pastizales y praderas de alta montaña (INEGI, 2013), lo que da el entorno adecuado para desarrollar una gran variedad de setas. Las principales investigaciones se han desarrollado en estudios de etnomicología, principalmente en comunidades aledañas al Parque Nacional de la Malinche (López-Domínguez y Bautista-Sampayo, 2008). Kong *et al.* (2005) documentó 226 especies fúngicas, de los cuales 76 corresponden a basidiomicetos comestibles y 5 de las especies identificadas, se clasificaron como amenazadas. Entre las áreas de interés para estos estudios, corresponden a los municipios de San Isidro Buensuceso (Reyes-López *et al.*, 2020; Montoya *et al.*, 2003); Javier Mina (Montoya *et al.*, 2008); San Mateo Huexoyucan

(Alonso-Aguilar *et al.*, 2014); Ixtenco (Montoya *et al.*, 2019); Tlaxco, Terrenate y Nanacamilpa de Mariano Arista (Velasco-Bautista *et al.*, 2010; Zenteno, 2007). Además, el conocimiento tradicional acerca de estos hongos ha mantenido la nomenclatura tradicional en la lengua náhuatl que de dichas comunidades aún hablan (Reyes-López *et al.*, 2020). Entre los géneros de hongos reportadas en el estado se encuentran *Ramaria*, *Amanita*, *Armillaria*, *Psathyrella*, *Agaricus*, *Mariasmius*, *Boletus*, *Calvatia*, *Cantharellus*, *Russula*, *Ustilago*, *Turbinellus*, entre otros. De igual forma su nombre coloquial y el reconocimiento de estos por nuestros antepasados (náhuatl) es de importancia. En la tabla 1 se presentan algunos géneros representativos de setas de las regiones de Tlaxcala (Reyes-López *et al.*, 2020).

Nombre científico	Nombre común	Nombre Náhuatl
<i>Agaricus campestris</i> L.	Champiñón	āyoh-tzin
<i>Amanita basii</i>	Flor de calabaza	āyoh-xōchitl āyotl
<i>Boletus edulis</i>	Pata gorda	oyametl- xo-tomāh
<i>Chroogomphus jamaicensis</i>	Hongo morado	tlapal-tecōzah
<i>Helvella lacunosa</i>	Tamborcito	charro-nanacatl
<i>Hygrophorus chrysodon</i>	Señoritas	chilona-nanacatl
<i>Infundibulicybe gibba</i>	Hongo de campana	ezquilo
<i>Lactarius indigo</i>	hongo azul	cācāx-nanacatl
<i>Laccaria trichodermophora</i>	Clavito	xocoyoli
<i>Lycoperdon perlatum</i>	Huevitos	xiteburo
<i>Morchella elata</i>	Olotes	ōlō-nanacatl
<i>Pleurotus opuntiae</i>	Hongo de maguey	me-nanacatl
<i>Phaeolus shweinitzii</i>	Hongo de tronco	nanacatl den kuahuitl
<i>Ramaria rubripermanens</i>	Escobeta morada	xelhuāz
<i>Ustilago maydis</i>	Hongo de maíz	cuitlacoche

Tabla 1. Ejemplos de especies de setas: nombre científico y tradicional (Reyes-López *et al.*, 2020)

Diversos estudios etnomicológicos en el estado, reporta que los pobladores aprovechan los hongos silvestres para autoconsumo y venta. Destacando el conocimiento de los diferentes tipos de hongos y su introducción como una de las principales fuentes de ingresos económicos para las comunidades ubicadas en las faldas

del volcán la malinche. Se recolectan y consumen hongos como el xolete, tecomate, escobetas, pananacas, tecosita, cornetas y elotes, identificando si son comestibles o tóxicos por su color, olor y textura (figura 4) (Caamal-Caamal et al., 2017). Estos hongos forman parte del comercio a gran escala, distribuyéndose a la Ciudad de México, San Martín Texmelucan, Calpulalpan, Nanacamilpa y el Estado de México (Torres-García, 2007).



Figura 4. Ejemplos de setas silvestres comestibles y medicinales del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala
a) *Lyophyllum*,
b) *Morchella*,
c) *Ganoderma*,
d) *Boletus*

6

Conclusión

Las setas endémicas del estado de Tlaxcala forman parte de la amplia biodiversidad micológica de México, no sólo tienen un impacto de valor ecológico, sino también representan un importante recurso cultural, nutricional y medicinal y los estudios dirigidos a su conservación y caracterización, son muy relevantes para el uso sustentable de las mismas y la preservación del conocimiento ancestral de las comunidades.

Agradecimientos

Al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo brindado a través del proyecto de Desarrollo Tecnológico e Innovación 20241523, y SECITHI por la beca otorgada No. 4024320, No. 4024319, No. 4004250 y No.





REFERENCIAS

- Alonso-Aguilar, L. E., Montoya, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., & Garibay-Orijel, R. (2014). The cultural significance of wild mushrooms in San Mateo Huexoyucan, Tlaxcala, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-27/FIGURES/8>
- Azeem, U., Rehman, K., Hakeem, M. Ali (2020). Fungi for Human Health. Current Knowledge and Future Perspectives. *Springer Cham*. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58756-7>
- Bhambri, A., Srivastava, M., Mahale, V. G., Mahale, S., & Karn, S. K. (2022). Mushrooms as Potential Sources of Active Metabolites and Medicines. *Frontiers in microbiology*, 13, 837266. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.837266>
- Burrola-Aguilar, Cristina, Montiel, Orlando, Garibay-Orijel, Roberto, & Zizumbo-Villarreal, Lilia. (2012). Conocimiento tradicional y aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres en la región de Amanalco, Estado de México. *Revista mexicana de micología*, 35, 01-16.
- Caamal-Caamal, L. G., Montoya, A., Trejo-Hernández, L., & Castillo-Guevara, C. (2017). State of the art in the traditional knowledge of the wild mushrooms in the Tlaxcala state, Mexico. *Mexican Journal of Biotechnology*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.29267/MXJB.2017.2.1.1>
- Carod-Artal, F. J. (2015). Hallucinogenic drugs in pre-Columbian Mesoamerican cultures. *Neurologia (English Edition)*, 30(1), 42-49.
- Contreras Cortés, L. E. U., Vázquez García, A., y Ruan-Soto, F. (2018). Etnomicología y venta de hongos en un mercado del Noroeste del estado de Puebla, México. *Scientia fungorum*, 47, 47-55.
- El Enshasy, H. A., y Hattikaul, R. (2013). Mushroom immunomodulators: unique molecules with unlimited applications. *Trends in biotechnology*, 31(12), 668–677. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2013.09.003>
- García Rollán, M. (2001). *Manual para buscar setas*. Quinta ed. Madrid: Mundi Empresa.
- Guzmán, G. (1995). La diversidad de hongos en México. *Ciencias*, (039).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2013). Conociendo Tlaxcala Conociendo Tlaxcala
- Islam, M. R., Tudryn, G., Bucinell, R., Schadler, L., & Picu, R. C. (2017). Morphology and mechanics of fungal mycelium. *Scientific reports*, 7(1), 13070. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13295-2>
- López Domínguez, J. C., & Bautista Sampayo, C. (2005). Biodiversidad del Parque Nacional Malinche - Tlaxcala.
- Ma, G., Yang, W., Zhao, L., Pei, F., Fang, D., & Hu, Q. (2018). A critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals. *Food Science and Human Wellness*, 7(2), 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.05.002>
- Miles, P.G., & Chang, S.-T. (2004). Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact (2nd ed.). *CRC Press*. <https://doi.org/10.1201/9780203492086>
- Montoya, A., Hernandez-Totomoch, O., Estrada-Torres, A., Kong, A., & Caballero, J. (2003). Traditional Knowledge about Mushrooms in a Nahua Community in the State of Tlaxcala, Mexico. *Mycologia*, 95(5), 793. <https://doi.org/10.2307/3762007>
- Montoya, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., Cifuentes, J., & Caballero, J. (2004). Useful wild fungi of La Malinche National Park, Mexico. *Fungal Diversity*, 17, 115-143.
- Montoya, A., Hernández, N., Mapes, C., Kong, A., & Estrada-Torres, A. (2008). The collection and sale of wild mushrooms in a community of Tlaxcala, Mexico. *Economic Botany*, 62(3), 413–424. <https://doi.org/10.1007/S12231-008-9021-Z/TABLES/3>
- Montoya, A., Briones-Dumas, E., Núñez-López, R. A., Kong, A., Ortiz-Hernández, V., Moreno-Fuentes, Á., Montoya, A., Briones-Dumas, E., Núñez-López, R. A., Kong, A., Ortiz-Hernández, V., & Moreno-Fuentes, Á. (2019). Los hongos conocidos por la comunidad Yuhmu de Ixtenco, Tlaxcala, México. *Scientia Fungorum*, 49, e1230. <https://doi.org/10.33885/SF.2019.49.1230>
- Reyes-López, R. C., Montoya, A., Kong, A., Cruz-Campuzano, E. A., & Caballero-Nieto, J. (2020). Folk classification of wild mushrooms from San Isidro Buensuceso, Tlaxcala, Central Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/S13002-020-00408-X/FIGURES/8>
- Rizzo, G., Goggi, S., Giampieri, F., & Baroni, L. (2021). A review of mushrooms in human nutrition and health. *In Trends in Food Science and Technology*, Volumen 117, pp. 60-73.
- Ruan-Soto, F. (2018). Recolección de hongos comestibles silvestres y estrategias para el reconocimiento de especies tóxicas entre los tsotsiles de Chamula, Chiapas, México. *Scientia Fungorum*, 48, 1–13. <https://doi.org/10.33885/sf.2018.48.1179>
- Ruiz-Almenara, C., Gándara, E., & Gómez-Hernández, M. (2019). Comparison of diversity and composition of macrofungal species between intensive mushroom harvesting and non-harvesting areas in Oaxaca, Mexico. *PeerJ*, 7, e8325. <https://doi.org/10.7717/peerj.8325>
- SIAP, (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Torres-García, E. A. (2007). Estudio ecológico de los hongos silvestres en la cañada grande, Parque Nacional la Malinche, México. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Facultad de Ciencias Biológicas.
- Velasco Bautista, E., Zamora-Martínez, M. C., Nieto de Pascual Pola, C., Martínez-Valdez, J. I., & Montoya, A. (2010). Modelos predictivos de la producción de hongos silvestres comestibles en bosques de coníferas, Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(1), 95-106.
- Yadav, D., & Negi, P. S. (2021). Bioactive components of mushrooms: Processing effects and health benefits. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 148, 110599. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110599>
- Zenteno, P. I. (2007). Conocimiento tradicional de hongos silvestres comestibles en Nanacamilpa, Tlaxcala. UNAM.