

## Los hongos silvestres de Santa María Yavesía, Oaxaca, México: alimentos funcionales con propiedades medicinales

### Wild mushrooms from Santa María Yavesía, Oaxaca, México: functional foods with medicinal properties

Yesenia Aragón López  
[yesaragon12@gmail.com](mailto:yesaragon12@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3633-4406>

Baleria María Hernández Chávez  
[baleria.hdez@hotmail.com](mailto:baleria.hdez@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2020-7741>

Marco Antonio Sánchez Medina  
[mmedinaito@gmail.com](mailto:mmedinaito@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1411-5955>

Iván Antonio García Montalvo  
[ivan.garcia@itoaxaca.edu.mx](mailto:ivan.garcia@itoaxaca.edu.mx)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4993-9249>

Ricardo Valenzuela Garza  
[ricardovalenzuel@gmail.com](mailto:ricardovalenzuel@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6596-5223>

Alma Dolores Pérez Santiago<sup>1</sup>  
[aperez\\_santiago@hotmail.com](mailto:aperez_santiago@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4410-7307>

Recibido: 21/06/2024

Aprobado: 28/11/24

Publicado: 12/diciembre /2024

#### RESUMEN

Los hongos silvestres son reconocidos por su uso comestible, medicinal y por sus propiedades biotecnológicas, presentándose así, como alimentos multifuncionales de alto valor nutricional, en los cuáles se han identificado metabolitos secundarios de interés farmacológico y medicinal como antimicrobianos, antifúngicos, antivirales, antibacterianos, anticancerígenos, antioxidantes y antitumorales. El objetivo de este trabajo fue identificar la presencia de metabolitos bioactivos con posible potencial farmacológico y funcional en hongos silvestres de Santa María Yavesía, Oaxaca. En el proceso experimental se realizó la recolección y clasificación de las especies de hongos silvestres, así como la identificación de metabolitos por pruebas colorimétricas en tres solventes diferentes (agua, buffer de fosfatos y etanol). Las especies seleccionadas para el análisis de metabolitos bioactivos fueron: *Ganoderma brownii*, *Fomitopsis pinicola*, *Trametes versicolor*, *Trichaptum abietum*, *Albatrellus ellisii*, *Boletus exsudoporus*, *Lactarius chrysorrheus*, *Amanita caesarea* y *Fuscoporia coronadensis*. Se registraron 52 especies de hongos silvestres clasificados de acuerdo con su uso potencial, sus propiedades medicinales y la presencia de compuestos bioactivos, identificando 12 especies de hongos como comestibles y 12 especies de hongos medicinales. De las especies de hongos silvestres analizadas para la identificación de metabolitos la mayoría presentó alcaloides y taninos; cinco especies presentaron flavonoides; cinco especies saponinas y solo una especie presentó glucósidos cardiotónicos. La información obtenida en este trabajo permite enriquecer el conocimiento micológico de las comunidades de Oaxaca, agregando valor a las especies de hongos silvestres que se consumen en las comunidades resaltando la importancia biotecnológica de las especies de los hongos silvestres comestibles.

**Palabras clave:** Especies fúngicas, compuestos bioactivos, nutraceuticos.

<sup>1</sup> Autor de correspondencia.

## ABSTRACT

Wild mushrooms are recognized for their edible and medicinal use and for their biotechnological properties, thus presenting themselves as multifunctional foods of high nutritional value, in which secondary metabolites of pharmacological and medicinal interest such as antimicrobial, antifungal, antiviral, antibacterial, anticancer, antioxidant and antitumor. The objective of this work was to identify the presence of bioactive metabolites with possible pharmacological and medicinal potential in wild mushrooms from Santa María Yavesía, Oaxaca. In the experimental process, the collection and classification of wild mushroom species was carried out, as well as the identification of metabolites by colorimetric tests in three different solvents (water, phosphate buffer and ethanol). The species selected for the analysis of bioactive metabolites were: *Ganoderma brownii*, *Fomitopsis pinicola*, *Trametes versicolor*, *Trichaptum abietum*, *Albatrellus ellisii*, *Boletus exsudoporus*, *Lactarius chrysorrheus*, *Amanita caesarea* and *Fuscoporia coronadensis*. 52 species of wild mushrooms were recorded, classified according to their potential use, their medicinal properties and the presence of bioactive compounds, identifying 12 species of mushrooms as edible and 12 species of medicinal mushrooms. Of the wild mushroom species analyzed for the identification of metabolites, the majority presented alkaloids and tannins; five species presented flavonoids; five saponin species and only one species presented cardiotoxic glycosides. The information obtained in this work allows us to enrich the mycological knowledge of the communities of Oaxaca, adding value to the species of wild mushrooms that are consumed in the communities, highlighting the biotechnological importance of the species of edible wild mushrooms.

**Key words:** Fungal species, bioactive compounds, nutraceutical.

## 1- Introducción

Oaxaca es un estado donde se encuentran presentes las once formaciones forestales consideradas a nivel nacional, albergando una gran biodiversidad de especies (Superficie Forestal Estatal. s/f, 2023). El presente trabajo muestra una visión general de las especies fúngicas silvestres que Santa María Yavesía alberga su bosque de coníferas y encino cuyas unidades climáticas comprenden templado húmedo y templado subhúmedo. Los hongos silvestres figuran por su uso potencial como comestibles, medicinales y ectomicorrízicos, por lo que se les considera actualmente como alimentos nutraceuticos. En el estado de Oaxaca destaca el uso de hongos comestibles preparados en tamales, quesadillas y mole de amarillo, en los cuales se utiliza comúnmente *Shiitake* y *Pleurotus*, conocidos localmente como setas. Sin embargo, existen muchas especies de hongos silvestres comestibles que son desconocidas en las diferentes comunidades de Oaxaca, como en Santa María Yavesía donde el consumo de los hongos silvestres está limitado a las temporadas de lluvia. Los hongos basidiomicetos han demostrado además tener actividad antifúngica, antibacteriana, antitumoral, las cuales están relacionadas con la producción de metabolitos secundarios. En los valles

centrales de Oaxaca se pueden encontrar hongos con potencial medicinal como *Amanita caesarea* con propiedades antioxidantes, antibacteriana y antiinflamatoria (Ozen et al., 2019); *Cantharellus cibarius* con propiedades antioxidantes, antibacteriana y antitumorales (Fogarasi et al., 2020); *Laccaria amethystina* con propiedad antitumoral, *Laccaria laccata* con propiedad antitumoral (López-García et al., 2020), *Lactarius volemus* con propiedad antitumoral, antimicrobiano (Petrović et al., 2020); *Lepista nuda* con propiedades antioxidantes, antibacteriana y antitumorales (Li et al., 2023); *Marasmius oreades* con propiedades antioxidantes, antitumorales (Shomali et al., 2019), entre otros. Por estos motivos, el objetivo de este trabajo fue identificar la presencia de metabolitos bioactivos con posible potencial farmacológico y medicinal en los hongos de Santa María Yavesía, Oaxaca, México.

## 2.- Materiales y métodos

### Área de estudio

El presente trabajo se realizó en el Municipio Santa María Yavesía, Ixtlán, Oaxaca, que se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud 96°27'38.88" W a 96°21'42.48" W, Latitud 17°08'38.40" N a 17°15'41.40" N. La comunidad colinda al norte con los

municipios de San Miguel Amatlán y Santiago Xiacuí; al este con los municipios de Santiago Xiacuí y Santiago Laxopa; al sur con los municipios de Villa Díaz Ordaz y San Miguel Amatlán; al oeste con el municipio de San Miguel Amatlán (INEGI, 2005).

### Recolección, identificación y conservación del material biológico

Las especies fúngicas se recolectaron, identificaron de acuerdo con su taxonomía, clasificándolos por su uso potencial y se guardaron en congelación en bolsas de cartón y bolsas de poli papel a -20 °C en un congelador horizontal (Frigidaire, GLFC1526FW).

### Tamizaje fitoquímico

Se utilizaron tres solventes de diferente polaridad (agua destilada estéril, etanol 80%, buffer fosfato salino de pH: 7.4; el hongo se maceró y suspendió en cada solvente en una relación 1:10, con incubación de 24 horas con agitación constante. Posteriormente, los extractos se filtraron. Para la identificación de metabolitos se realizaron pruebas colorimétricas (Casamtjna, 2018 & Oliveros, 2018), utilizando agentes cromógenos, considerando como prueba positiva las siguientes coloraciones, alcaloides: precipitado café-naranja, xantonas y flavonas: amarillo-rojo, flavonoides: café-naranja; antocianinas: azul, chalconas: purpura rojizo, saponinas: si la altura de la espuma es >0.5 cm por 30 minutos, para taninos el ácido gálico: azul-negro, catequina: verde, compuesto fenólicos: azul, cumarinas: azul-violeta, Quinonas, rojo-violeta: Glucósidos cardiotónicos: rojo oscuro.

### 3.- Resultados

Las especies fúngicas identificadas durante el trabajo de campo y recolección de especies, fueron principalmente de la división Basidiomycota: *Amanita caesarea*, *Lactarius indigo*, *Turbinellus floccosus*, *Amanita muscaria*, *Amanita rubescens*, *Tremella mesenterica*, *Cortinarius glaucopus*, *Lactarius chrysorrheus*, *Amanita bisporigera*, *Exudoporus frostii* (*Boletus frostii*), *Neolentinus lepideus*, *Boletus quercicola*, *Boletus edulis*, *Fomitopsis pinicola*, *Stereum complicatum*, *Phaeolus schweinitzii*, *Trametes versicolor*, *Tricholomopsis decora*, *Merulius incarnatus*, *Clavulina clavulinopsis*, *Auriscalpium vulgare*, *Heimioporus betula* (*Boletellus*), *Clytocybe clavipes*, *Hygrophorus chrysodon*, *Panellus pusillus*, *Psilocybe zapotecorum*, *Hypoxyylon thouarsianum*, *Geastrum saccatum*, *Ganoderma oregonense*, *Ramaria sp.*, *Russula cyanoxantha*, *Lactarius torminosus*, *Albatrellus ellisii*, *Fucosporia aff. Coronadensis*, *Oligoporus fragilis*, *Clitocybe aff. Clavipes*, *Cantharellus*, *Lactarius aff. chrysorrheus*.

Se registraron hasta el momento 12 especies de hongos comestibles: *Amanita caesarea*, *Lactarius indigo*, *Amanita fulva*, *Turbinellus floccosus*, *Amanita rubescens*, *Lactarius chrysorrheus*, *Boletus edulis*, *Merulius incarnatus*, *Albatrellus Ellisii*, *Exsudoporus frostii*, *Laccaria laccata* y *Lycoperdon perlatum* (Figura 1). También se realizaron registros de hongos venenosos y tóxicos, se identificaron especies del género *Amanita* como *Amanita flavoconia*, *Amanita muscaria*, *Amanita gemmata*, *Amanita bisporigera*.



**Figura 1. Hongos silvestres comestibles de Santa María Yavesía. A. *Amanita caesarea*, B. *Lactarius indigo*, C. *Amanita fulva*, D. *Turbinellus floccosus*, E. *Amanita rubescens*, F. *Lactarius chrysorrheus*, G. *Boletus edulis*, H. *Merulius incarnatus*, I. *Albatrellus ellisii*, J. *Exsudoporus frostii*, K. *Laccaria laccata*, L. *Lycoperdon perlatum*.**

Algunos hongos son utilizados en la medicina tradicional debido a la actividad biológica que presentan, antioxidante, antibacteriana, antiinflamatoria, antitumoral, y cicatrizante (Tabla 1), siendo responsables los diferentes metabolitos presentes en los cuerpos fructíferos, como triterpenoides, polifenoles, alcaloides, saponinas entre otros (Tabla 2). Los hongos encontrados en

Santa María Yavesía con propiedades medicinales son: *Amanita caesarea*, *Lycoperdon perlatum*, *Lactarius indigo*, *Amanita muscaria*, *Laccaria laccata*, *Auricularia auricula-judae*, *Tremella mesenterica*, *Trametes versicolor*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma brownii*, *Tremella mesenterica*, *Clavulina clavulinopsis* (Figura 2).



**Figura 2. Hongos silvestres medicinales de Santa María Yavesía: A. *Amanita caesarea*, B. *Lycoperdon perlatum*, C. *Lactarius indigo*, D. *Amanita muscaria*, E. *Laccaria laccata*, F. *Auricularia auricula-judae*, G. *Tremella mesenterica*, H. *Trametes versicolor*, I. *Fomitopsis pinicola*, J. *Ganoderma brownii*, K. *Boletus edulis*, L. *Geastrum saccatum* .**



**Tabla 1.** Propiedades medicinales de algunos hongos de Santa María Yavesía

Nombre científico	Propiedad Medicinal	Referencia
<i>Amanita caesarea</i>	Antioxidante Antibacteriano Antiinflamatorio	Cuong et al., 2022; Ozen et al., 2019; Li et al., 2019; Hu et al., 2021.
<i>Lactarius indigo</i>	Antitumoral, Antibiótico	Sánchez-García et al., 2020
<i>Lycoperdon perlatum</i>	Antioxidante Antimicrobiano	Sánchez-García et al., 2020
<i>Amanita muscaria</i>	Antifúngico	Dueñas, 2008.
<i>Laccaria laccata</i>	Antitumoral	López-García, et al., 2020
<i>Boletus edulis</i>	Antioxidante Antimicrobiano Antitumoral	Fogarasi, et al., 2021; Popa et al., 2022; Guo et al., 2021.
<i>Auricularia auricula-judae</i>	Antitumoral Antiinflamatorio	Mapoung et al., 2021.
<i>Trametes versicolor</i>	Antitumoral Antioxidante Antimicrobiano	Mustafin et al., 2020
<i>Ganoderma brownii</i>	Antioxidante	Islas-Santillán et al., 2017.

**Tabla 2.** Compuestos bioactivos de algunos hongos de Santa María Yavesía

Nombre científico	Compuestos bioactivos	Referencia
<i>Amanita caesarea</i>	$\beta$ -glucanos, Polisacáridos, triterpenoides, ácidos grasos y polifenoles	Dospatliev & Ivanova, 2020; Hu et al., 2021
<i>Lactarius indigo</i>	Terpenoides, Polifenoles	Hernández-Ayala, 2009.
<i>Lycoperdon perlatum</i>	Alcaloides, Saponinas $\beta$ -glucanos	Nowakowski, et al., 2021.
<i>Boletus edulis</i>	Compuestos fenólicos Flavonoides, $\beta$ -carotenos, Ácido ascórbico	Robaszekiewicz et al., 2010
<i>Trametes versicolor</i>	$\beta$ -glucanos, Terpenoides Polisacáridos,	He et al., 2022; Arce-Torres et al., 2020
<i>Auricularia auricula-judae</i>	Glucano Polisacáridos	Mapoung et al., 2021.
<i>Ganoderma brownii</i>	Fenoles, polisacáridos, alcaloides y flavonoides	Singh et al., 2014.



### Tamizaje Fitoquímico

De las 9 especies de hongos silvestres analizadas (*Ganoderma brownii*, *Fomitopsis pinicola*, *Trametes versicolor*, *Tricahptum abietum*, *Albatrellus ellisi*, *Fuscoporia aff. coronadensis*, *Boletus exodopurus*, *Lactarius chrysorrheus* y *Amanita caesarea*) para la identificación de metabolitos la mayoría presentó

alcaloides y taninos, 5 especies presentaron flavonoides (*Ganoderma brownii*, *Fomitopsis pinicola*, *Trametes versicolor*, *Albatrellus ellisi*, *Fuscoporia aff. coronadensis*, 5 especies presentaron saponinas (*Ganoderma brownii*, *Fomitopsis pinicola*, *Tricahptum abietum*, *Albatrellus ellisi*, *Lactarius Chrysorrheus*) y solo una especie presentó glucósidos cardiotónicos (*Ganoderma brownii*) Tabla 3.

**Tabla 3.** Análisis fitoquímico de extractos de hongos silvestres en diferentes solventes

Nombre científico	Solvente	Alcaloides	Flavonoides	Saponinas	Taninos	Cumarinas	Quinonas	Glucosidos cardiotónicos
<i>Ganoderma brownii</i>	PBS	+	++	++	+	-	-	-
	Agua	+++	++	+	+++	-	-	-
	Etanol	++	++	-	+++	-	-	+++
<i>Fomitopsis pinicola</i>	PBS	+++	+	-	+++	-	-	-
	Agua	+++	+	+	+++	-	-	-
	Etanol	+++	+	-	+++	-	-	-
<i>Trametes versicolor</i>	PBS	++	+	-	+++	-	-	-
	Agua	++	+	-	+++	-	-	-
	Etanol	++	+	-	+++	-	-	-
<i>Tricahptum abietum</i>	PBS	++	-	++	+++	-	-	-
	Agua	++	-	++	+++	-	-	-
	Etanol	++	-	++	+++	-	-	-
<i>Albatrellus ellisi</i>	PBS	+++	++	+	+++	-	-	-
	Agua	+++	++	+	+++	-	-	-
	Etanol	+++	++	+	+++	-	-	-
<i>Fuscoporia aff. coronadensis</i>	PBS	++	++	-	+++	-	-	-
	Agua	++	++	-	+++	-	-	-
	Etanol	++	+++	-	++	-	-	-
<i>Boletus exodopurus</i>	PBS	+++	-	-	+++	-	-	-
	Agua	+++	-	-	+++	-	-	-
	Etanol	+++	-	-	+++	-	-	-
<i>Lactarius chrysorrheus</i>	PBS	+	-	-	++	-	-	-
	Agua	+	-	-	++	-	-	-
	Etanol	+	-	++	++	-	-	-
<i>Amanita caesarea</i>	PBS	++	-	-	+++	-	-	-
	Agua	++	-	-	+++	-	-	-
	Etanol	++	-	-	+++	-	-	-

(-) Indica ausencia; (+) Presencia débil; (++) Presencia moderada, (+++) Presencia significativa



#### 4.- Discusión

Los alimentos funcionales son aquellos con alto valor nutricional y propiedades medicinales, entre los cuales destacan especies silvestres como *Pterula verticillata*, *Pterula plumosoides*, *Phaeoclavulina zippelii*, *Phillipsia domingensis*, *Geastrum saccatum*, *Lycoperdon perlatum* (Ruan-Soto et al., 2021).

Los hongos además de incluirse en el padrón alimentario figuran por su uso potencial y propiedades medicinales, las cuáles son atribuidas a los componentes que poseen, como metabolitos secundarios del tipo de triterpenoides, polifenoles, alcaloides, saponinas, así como a la presencia de polisacáridos; este último reportado con propiedades medicinales para la curación de heridas, encontrado en el hongo *Auricularia auricula-judae* (Mapoung et al., 2021). Géneros como *Amanita*, *Boletus*, *Russula*, *Lactarius* y *Suillus* se destacan por su valor nutricional, así como su importancia cultural en diferentes ceremonias.

En los hongos analizados en la Tabla 3, *Ganoderma brownii*, *Fomitopsis pinicola*, *Trametes versicolor*, *Trichaptum abietum*, *Albatrellus ellisi*, *Fuscoporia aff. coronadensis*, *Boletus exodopurus*, *Lactarius chrysorrhoeus* y *Amanita caesarea*, se encontraron familias de metabolitos como taninos, saponinas, alcaloides, etc, a los cuales se les atribuyen propiedades antioxidantes, antiproliferativas, entre otros. Díaz-Talamantes (2022) reportó la presencia de  $\beta$ -glucanos en *Gymnopus dryophilus*, la cual varía dependiendo del lugar de crecimiento y medio de cultivo,

De acuerdo con la clasificación de los hongos silvestres comestibles realizada en este trabajo se registraron 12 especies que pueden ser consumidas (Figura 1), ya que poseen alto valor nutricional, como *Amanita caesarea*, *Lactarius indigo*, *Amanita fulva*, *Turbinellus floccosus*, *Amanita rubescens*, *Lactarius chrysorrhoeus*, *Boletus edulis*, *Merulius incarnatus*, *Albatrellus ellisii*, *Exsudoporus frostii*, *Laccaria laccata*, y *Lycoperdon perlatum*. Sin embargo, los habitantes de Santa María Yavesía solo consumen dos especies debido a que desconocen el valor nutricional de las especies de hongos que alberga su bosque. De las especies registradas, al menos 12 tienen propiedades medicinales tal como se muestra en la

Figura 2 y nutricionales, considerándolas así como alimentos nutraceuticos y funcionales, como es el caso del reporte de *Phillipsia domingensis* con valor nutricional y actividad biológica de siendo este el primer reporte sobre comestibilidad y valor nutraceutico de esta especie (Jiménez-Zárate et al., 2020) y las propiedades de medicinales en diferentes especies de hongos silvestres como *Ganoderma lucidum*, destacando las propiedades antitumorales, inmunomoduladoras, antioxidante, antimicrobiana, antidiabética y neuroprotectora, atribuidas a compuestos bioactivos como triterpenoides, polisacáridos, lucialdehydes A–C, hidroquinonas, farnesil, etc (Fernández et al., 2020), como es el caso de algunos de los hongos registrados en Santa María Yavesía, destacando en su mayoría compuestos bioactivos como  $\beta$ -glucanos, Polisacáridos (Tabla 2) registrándose como propiedades medicinales Antioxidante, Antimicrobiano y Antitumoral en los hongos registrados (Tabla 1).

Las familias de metabolitos encontradas en estos hongos silvestres concuerdan con los metabolitos encontrados en otras especies del mismo género, algunos de ellos cultivados *in vitro* y en forma de micelio para la extracción y cuantificación de estos, lo que permite su disponibilidad y producción. Los cultivos *in vitro* son una fuente de metabolitos bajo condiciones controladas que permiten obtener una producción con estándares de calidad apropiados, como es el caso de taninos que se presentan en varias especies de hongos.

#### 5.- Conclusiones

En los hongos silvestres analizados, se detectó al menos un metabolito presente. En la mayoría de las especies se detectó la presencia de alcaloides y taninos; glucósidos cardiotónicos solo se observaron en el extracto etanólico de *Ganoderma brownii*, los metabolitos identificados con mayor frecuencia fueron saponinas y flavonoides.

#### Agradecimientos

A CONAHCYT por el apoyo brindado. Al Biólogo Héctor Aguilar Reyes en la identificación de especies.





A la comunidad de Santa María Yavesía por el espacio y tiempo durante la recolección de especies silvestres.

### Referencias bibliográficas

Arce-Torres, L. F., Gómez-Díaz, I., Monge-Artavia, M. & Prado-Cordero, J. (2020).

Metabolitos secundarios con actividad medicinal extraídos de hongos provenientes de Centroamérica. *Revista Tecnología En Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i3.4416>

Casamtjana, N. (2018). Glucósidos cardiotónicos. Centro de información del medicamento. Colegio oficial de farmacéuticos de Barcelona.

To Dao Cuong, Nguyen Phuong Dai Nguyen, Phi Hung Nguyen, Nguyen Huu Kien, Ngu Truong Nhan, Nguyen Thi Thu Tram, & Manh Hung Tran. (2022). Anti-inflammatory activities of compounds isolated from *Amanita caesarea* collected in Lam Dong province. *Tạp Chí Khoa học Và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, 20(12.1), 52–55. <https://doi.org/10.31130/ud-jst.2022.295E>

Díaz-Talamantes, C., Burrola-Aguilar, C., Estrada-Zúñiga, M. E. & Zepeda-Gómez, C. (2022). Obtención de  $\beta$ -glucanos a partir del micelio del hongo comestible *Gymnopus dryophilus* en dos medios de cultivo. *Información tecnológica*, 33(2), 203-212.

Dospatliev, L. & Ivanova, M. (2020). Fatty acids and phospholipids of edible wild mushroom (*Amanita caesarea*) from the Batak Mountain, Bulgaria. *Bulgarian Chemical Communications*, 52, 59-64. <https://doi.org/10.34049/bcc.52.A.206>

Dueñas, W. A. (2008). Extracción y caracterización química de metabolitos secundarios de *Amanita muscaria* con actividad antifúngica frente a hongos causantes de dermatomicosis. <http://hdl.handle.net/10554/56826>.

Estrada-Martínez, E., Guzmán, G., Cibrián-Tovar, D. & Ortega Paczka, R. (2009). Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la sierra nevada (México).

*Interciencia*, 34(1),25-33. ISSN: 0378-1844. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33934104>

Fernández, P., Haza, A. I. & Morales, P. (2020). Propiedades funcionales de Hongos Comestibles. *Agro Sur*, 48(1), 11–24. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2020.v48n1-02>

Fogarasi, M., Diaconeasa, Z. M., Pop, C. R., Fogarasi, S., Semeniuc, C. A., Fărcaș, A. C. & Socaci, S. A. (2020). Elemental composition, antioxidant and antibacterial properties of some wild edible mushrooms from Romania. *Agronomy*, 10(12),1972. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121972>

Fogarasi, M., Socaciu, M. I., Sălăgean, C. D., Ranga, F., Fărcaș, A. C., Socaci, S. A., Socaciu, C., Țibulcă, D., Fogarasi, S. & Semeniuc, C. A. (2021). Comparison of different extraction solvents for characterization of antioxidant potential and polyphenolic composition in *Boletus edulis* and *Cantharellus cibarius* mushrooms from Romania. *Molecules*. 26(24):7508. <https://doi:10.3390/molecules26247508>.

Gómez-Flores, L. J., Martínez-Ruiz, N. R., Enríquez-Anchondo, I. D., Garza-Ocañas, F., Nájera-Medellín, J. A. & Quiñónez-Martínez, M. (2019). Análisis proximal y de composición mineral de cuatro especies de hongos ectomicorrízicos silvestres de la Sierra Tarahumara de Chihuahua. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 2: 1-10. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.184>

Guo, L., Lan, N., Li, H., Xiang, P. & Kan, H. (2021). Effect of hot air drying temperature on the quality and antioxidant activity of *Boletus edulis* Bull.: *Fr. Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6), e15540. <https://org/10.1111/jfpp.15540>

Harhaji, L. J., Mijatović, S., Maksimović-Ivanić, D., Stojanović, I., Momčilović, M., Maksimović, V. & Stošić-Grujičić, S. (2008). Anti-tumor effect of *Coriolus versicolor* methanol extract against mouse B16 melanoma cells: in vitro and in vivo study. *Food and chemical toxicology*, 46(5),



1825-1833.

<https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.01.027>

He, Z., Lin J., He Y. & Liu, S. (2022) Polysaccharide-peptide from *Trametes versicolor*: The potential medicine for colorectal cancer treatment. *Biomedicines*. Nov 7;10(11):2841. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10112841>

Hernández-Ayala, M. (2009). Efectos de extractos orgánicos de *Lactarius indigo* sobre la viabilidad de líneas tumorales humanas. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México

Hunn, E. S. (2008). *A Zapotec Natural History: Trees, Herbs, and Flowers, Birds, Beasts, and Bugs in the Life of San Juan Gb*. University of Arizona Press.

Hu, W., Song, M., Wang, C., Guo, Z., Li, Y. & Wang, D. (2021). Structural characterization of polysaccharide purified from *Herichium erinaceus* fermented mycelium and its pharmacological basis for application in Alzheimer's disease: Oxidative stress related calcium homeostasis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 193, 358-369.

Hu, W., Li, Z., Wang, W., Song, M., Dong, R., Zhou, Y. & Wang, D. (2021). Structural characterization of polysaccharide purified from *Amanita caesarea* and its pharmacological basis for application in Alzheimer's disease: endoplasmic reticulum stress. *Food & Function*, 12(21), 11009-11023.

Islas-Santillán, M. A, Castañeda-Ovando, A., Antonio-Álvarez D., Valenzuela-Garza R., Romero-Bautista L., J. & Torres-Valencia J. M. (2017). Estudio preliminar de la actividad antioxidante de tres especies del género *Ganoderma* (Polyporaceae) nativas del estado de Hidalgo, México. *Scientia Fungorum*, 46: 37-45. <https://doi.org/10.33885/sf.2017.46.1175>

Jiménez-Zárate, J., Garibay-Orijel, R., Yahia, E. M., Esquivel-Naranjo, E. U., Arellano-Carbajal, F. & Landeros, F. (2020). Primer registro de la comestibilidad de *Phillipsia domingensis* Berk. (Pezizales: Ascomycota): aspectos

nutricionales y actividad biológica. *Scientia fungorum*, 50, e1254. Epub 10 de marzo de 2021.

<https://doi.org/10.33885/sf.2020.50.1254>

Li, Z., Chen, X., Zhang, Y., Liu, X., Wang, C., Teng, L. & Wang, D. (2019). Protective roles of *Amanita caesarea* polysaccharides against Alzheimer's disease via Nrf2 pathway. *International journal of biological macromolecules*, 121, 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.216>

Li, Y., Guo, X., Zhong, R., Ye, C. y Chen, J. (2023). Structure characterization and biological activities evaluation of two heteropolysaccharides from *Lepista nuda*: Cell antioxidant, anticancer and immunomodulatory activities. *International Journal of Biological Macromolecules*, 244, 125204. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125204>

López-García, A., Pérez-Moreno, J., Jiménez-Ruiz, M., Ojeda-Trejo, E., Delgadillo-Martínez, J. & Hernández-Santiago, F. (2020). Conocimiento tradicional de hongos de importancia biocultural en siete comunidades de la región chinanteca del estado de Oaxaca, México. *Scientia fungorum*, 50, e1280. Epub 10 de marzo de 2021. <https://doi.org/10.33885/sf.2020.50.1280>

Martins, A. (2016). The numbers behind mushroom biodiversity. In *Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Food Properties and Applications*. p. 15-63. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118944653.ch2>

Mapoung, S., Umsumarng, S., Semmarath, W., Arjsri, P., Thippraphan, P., Yodkeeree, S. & Limtrakul, P. (2021). Skin wound-healing potential of polysaccharides from medicinal mushroom *Auricularia auricula-judae* (Bull.). *Journal of Fungi*, 7(4), 247. <https://doi.org/10.3390/jof7040247>

Mustafin, K., Bisko, N., Blieva, R., Al-Maali, G., Krupodorova, T., Narmuratova, Z., Saduyeva, Z. y Zhakipbekova, A. (2022). Antioxidant and antimicrobial potential of *Ganoderma*



*lucidum* and *Trametes versicolor*. *Turkish Journal of Biochemistry*, 47(4), 483-489. <https://doi.org/10.1515/tjb-2021-0141>

Nowakowski, P. N., Markiewicz-Żukowska, R., Gromkowska-Kępką, K. J., Naliwajko, S. K., Moskwa, J., Bielecka, J., Grabia, M., Borawska, M. & Socha, K. (2021). Mushrooms as potential therapeutic agents in the treatment of cancer: Evaluation of anti-glioma effects of *Coprinus comatus*, *Cantharellus cibarius*, *Lycoperdon perlatum* and *Lactarius deliciosus* extracts. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, 133,111090. <https://doi.org/10.33885/sf.2021.52.1409>

Oliveros-Bastidas, A., Cordero, I., Paredes, D., Buendía, D. & Macías-Domínguez, F. A. (2011). Extracción y cuantificación de cumarina mediante HPLC-UV en extractos hidroetanólico de semillas de *Dipteryx odorata*. *Revista latinoamericana de química*, 39(1-2), 17-31. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-59432011000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-59432011000100002&lng=es&tlng=es)

Ozen, T., Kizil D., Yenigun S., Cesur, H. & Turkekul I. (2019). Evaluation of bioactivities, phenolic and metal content of ten wild edible mushrooms from Western Black Sea Region of Turkey. *Int J Med Mushrooms*.21(10):979-994. <https://doi:10.1615/IntJMedMushrooms.2019031927>

Petrović, N., Grujović, M., Mladenović, K. & Kosanić, M. (2020). Antimicrobial potential of *Lactarius volemus*, edible mushroom. *Zbornik radova 2/XXV Savetovanje o biotehnologiji*.

Popa M., Tăușan I., Drăghici O., Soare, A. & Oancea, S. (2022). Influence of Convective and Vacuum-Type Drying on Quality, Microstructural, Antioxidant and Thermal Properties of Pretreated *Boletus edulis* Mushrooms. *Molecules*. 24;27(13):4063. <https://doi:10.3390/molecules27134063>

Queiros, B., Barreira, J. C. M., Sarmento, A. C. & Ferreira, I. C. F. R. (2009). In search of synergistic effects in antioxidant capacity of

combined edible mushrooms. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 60:160-172. <https://doi.org/10.1080/09637480903153845>

Ramesh, Ch. & Pattar M. G. (2010). Antimicrobial properties, antio-xidant activity and bioactive compounds from six wild edible mushrooms of western ghats of Karnataka, India. *Pharmacognosy Research* 2: 107-12. <https://doi.org/10.4103/09748490.62953>

Robaszkiewicz, A., Bartosz G., Lawrynowicz M. & Soszynski. (2010). The role of Polyphenols, f-carotene and Lyco pene in the antioxidative action of the extracts of dried edible mushrooms. *J Nutr Metab*. 1-9.

Ruan-Soto, F., Domínguez-Gutiérrez, M., Pérez-Ramírez, L. & Cifuentes, J. (2021). Etnomicología de los lacandones de Nahá, Metzabok y Lacanjá-Chansayab, Chiapas, México. *Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(1), 24–42. <https://doi.org/10.36829/63chs.v8i1.1112>

Sánchez-García, D., Burrola-Aguilar, C., Zepeda-Gómez, C. & Estrada-Zúñiga, M. E. (2020). Edible, medicinal wild mushrooms: A study in Estado de México. *Agro Productividad*, 13(10). <https://doi:10.32854/agrop.v13i10.1746>

Singh, R., Singh, A. P., Dhingra, G. S. & Shri, R. (2014). Taxonomy, physicochemical evaluation and chemical investigation of *Ganoderma applanatum* and *G. brownie*. *Int J Adv Res*, 2(5), 702-711.

Shomali, N., Onar O., Karaca B., Demirtas N., Cihan A. C., Akata I. y Yildirim O. (2019). Antioxidant, Anticancer, Antimicrobial, and Antibiofilm Properties of the Culinary-Medicinal Fairy Ring Mushroom, *Marasmius oreades* (Agaricomycetes). *Int J Med Mushrooms*.21(6):571-582. <https://doi:10.1615/IntJMedMushrooms.2019030874>

Superficie Forestal Estatal. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 22 de junio de 2023, de <https://www.oaxaca.gob.mx/coesfo/superficie-forestal-estatal>.