



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
UNIDAD DE BIOTECNOLOGÍA Y PROTOTIPOS

LABORATORIO DE FARMACOGNOSIA

Documentación de los hongos que se venden en el
tianguis de San Pedro, Nicolás Romero.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A
PRESENTA:

García Reyes Nayeli

Directora de tesis:
Dra. Ma. Margarita Canales Martínez

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla. Edo. de México, 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RECONOCIMIENTO

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Farmacognosia de la Unidad de Biología y Prototipos (UBIPRO) en la Facultad de Estudios Superiores (FES) Campus Iztacala.

Fue dirigido por la Doctora María Margarita Canales Martínez.

Fue revisado por el siguiente jurado:

Dr. Marco Aurelio Rodríguez Monroy

Dra. Ana Bertha Hernández Hernández

Dra. María Margarita Canales Martínez

Dr. Mario Rodríguez Canales

Mtro. Luis Barbo Hernández Portilla

Para la realización de esta Tesis se contó con el apoyo de:

Financiamiento: UNAM-PAPIIT IN205020

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. María Margarita Canales Martínez, por compartir sus conocimientos y experiencias, así como por su invaluable ayuda y constante motivación en la realización del presente trabajo.

Agradezco a la Dra. Ana Bertha Hernández Hernández y al Mtro. Uriel Nava Solís por sus valiosas enseñanzas así como su paciencia.

Al señor Tomás Benito y su familia, por todos los conocimientos, la hospitalidad y amabilidad que me brindaron, así como un eterno reconocimiento a su labor como hongueros, recolectores y defensores de los productos del bosque.

A mis compañeros del grupo 05, por su constante apoyo, especialmente en las dificultades que trajo consigo la pandemia, en esos años difíciles la mano que me ofrecieron es en parte la razón por la que logré este trabajo.

A Mauricio, por motivarme siempre a cumplir mis metas, por reconocer y aplaudir mis más pequeños logros, por amarme tanto. Gracias por tantas aventuras, te amo.

A Diego, por ser mi mejor amigo desde el primer día, por el incondicional apoyo y todo el camino recorrido.

A los primeros profesores que creyeron en mí, el profesor Miguel Ángel Cabrera, la profesora Mariana Ibarra y el profesor Pedro Ramírez Roa.

A mi madre, Maricela, por enseñarme que nunca es demasiado pronto o demasiado tarde para ser valientes y diferentes.

A mis hermanos, Andrés y Yessica, a mi padre, Flavio.

A Berenice y Diana García, así como todas las familias que me proporcionaron su ayuda, su hogar y un abrazo cálido, las familias: Hernández Flores, Herrera Cortes y Espejel Olmos.

A todos y cada uno de ellos, les agradezco acompañarme y haberme brindado su apoyo, creyendo en mí y alentándome a ser mejor persona.

Gracias.

DEDICATORIAS

A los mejores compañeros que la vida me brindo, los mejores amigos que pude conocer, la mejor familia que elegí.

A Mauricio y Diego.

Ten piedad de ti y de todo ser vivo,
es para amar para lo que servimos.

-Kase.O

ÍNDICE GENERAL

Índice general.....	IV
Índice de tablas.....	VI
Índice de figuras.....	VI
Resumen.....	VII
Introducción	1
Justificación.....	16
Objetivos.....	16
Materiales y Métodos	17
Revisión bibliográfica.....	17
Zona de estudio.....	17
Obtención de datos.....	18
Entrevista semiestructurada.....	18
Obtención del cuerpo fructífero.....	19
Cuantificación de carbohidratos por la técnica de Nelson-Somogyi.....	19
Cuantificación de proteínas solubles por el método de Bradford.....	19
Cuantificación de lípidos por maceración dinámica con hexano.....	19
Determinación de ácido ascórbico (Vitamina C).....	19
Determinación de metabolitos secundarios.....	20
Fenoles totales.....	20
Detección de compuestos fenólicos por cromatografía en capa fina.....	20
Resultados	20
Entrevista no estructurada.....	20
Entrevista semiestructurada.....	21
Listado de nombres comunes.....	24
<i>Lactarius indigo</i>	31
Cuantificación de carbohidratos por la técnica de Nelson-Somogyi.....	32
Cuantificación de proteínas solubles por el método de Bradford.....	33
Cuantificación de lípidos por maceración dinámica con hexano.....	34
Determinación de ácido ascórbico (Vitamina C).....	34
Determinación de metabolitos secundarios.....	35
Fenoles totales.....	35

Detección de compuestos fenólicos por cromatografía en capa fina.....	37
Discusión	38
Conocimiento micológico tradicional.....	38
Carbohidratos.....	45
Proteínas.....	47
Vitamina C.....	49
Lípidos.....	50
Fenoles.....	51
Detección de compuestos fenólicos por cromatografía en capa fina.....	52
Conclusiones	54
Referencias.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Registro de total de especies para cada entidad federativa en México.....	1
Tabla 2. Registros para especies de macromicetos medicinales en México.....	5
Tabla 3. Estudios etnomicológicos para el estado de México.....	14
Tabla 4. Lista de nombres comunes y científicos de los hongos vendidos en el tianguis de Nicolás Romero.....	24
Tabla 5. Contenido de carbohidratos del cuerpo fructífero de <i>Lactarius indigo</i>	32
Tabla 6. Concentración de biomoléculas en 1g de hongo.....	36
Tabla 7. Detección de compuestos fenólicos.....	37
Tabla 8. Relación nombre tradicional-especie.....	40
Tabla 9. Nombres primarios y secundarios de los hongos que se venden en la cabecera municipal de Nicolás Romero.....	42
Tabla 10. Contenido (%) de proteínas presentes en diferentes especies de hongos.....	48

Índice de figuras

Figura 1. <i>Amanita phalloides</i> ; <i>Amanita muscaria</i> ; <i>Psilocybe mexicana</i> ; <i>Helvella esculenta</i>	3
Figura 2. Ejemplar y sombrero de <i>Lactarius indigo</i>	15
Figura 3. Mapa de localización del municipio de Nicolás Romero en el Estado de México.....	17
Figura 4. Fotografía con el informante Tomás Benito y el puesto de hongos perteneciente al mismo.....	21
Figura 5. Puesto con mayor variedad de hongos en el tianguis, perteneciente al informante.....	24
Figura 6. Curva patrón para la cuantificación de carbohidratos por el método de Nelson-Somogyi.....	33
Figura 7. Curva patrón para cuantificar proteínas por el método de Bradford.....	34
Figura 8. Curva patrón para cuantificar ácido ascórbico.....	35
Figura 9. Curva patrón de ácido gálico para cuantificación de fenoles.....	36

Resumen:

Los hongos tienen amplia importancia en procesos ecológicos y de distinta índole, además, muchas especies se utilizan en la obtención de antibióticos y en la elaboración de alimentos; por otro lado, los hongos comestibles tienen alto contenido de aminoácidos, minerales, vitaminas, fibra cruda, y son bajos en grasa, constituyen fuentes potenciales de componentes bioactivos y productos naturales. Este trabajo reporta la documentación de los hongos silvestres comestibles que se venden en el tianguis de San Pedro, Nicolás Romero, estado de México. Con metodologías de la etnomicología se realizaron entrevistas a un informante clave, permitiendo la identificación de 41 nombres comunes, entre ellos el hongo azul, *Lactarius indigo*, como una de las especies de hongos comestibles altamente atractivos para recolectores y consumidores debido a su peculiar apariencia y a su buen sabor. Tomando en cuenta lo antes mencionado, el objetivo de este trabajo fue documentar los usos que se les da a los hongos que se venden en el tianguis de San Pedro y evaluar algunas propiedades nutricionales de *L. indigo*. Se utilizaron los cuerpos fructíferos de *L. indigo* para realizar un estudio bromatológico en el que se encontró que por cada 1.0 g del cuerpo fructífero hay aproximadamente 0.05% de carbohidratos, 1.32% de proteínas, 5.6% de lípidos, 0.089% de vitamina C y 4.1% de fenoles, además de hacer una detección positiva para la presencia de alcaloides y cumarinas. Se concluye que los tianguis y mercados son una herramienta útil para acceder al conocimiento micológico tradicional de una zona; por otra parte, debido a su contenido nutricional, *L. indigo* puede considerarse un alimento funcional.

Introducción:

Los hongos son un grupo complejo de organismos; pertenecen al reino Fungi, son microorganismos eucariotas que se distinguen por una pared rígida de quitina y glucano (Murray *et al.*, 2017); se estima que existen más de 70000 especies, los más conocidos son los macroscópicos, con amplia variedad de tamaños, formas y colores (Arenas, 2008); producen tanto metabolitos primarios (etanol, glicerol, etc.) como metabolitos secundarios (antibióticos, amaniteno, etc.) (Murray *et al.*, 2017). Los hongos tienen en común la ausencia de clorofila, por lo tanto, no pueden realizar fotosíntesis, todos son heterótrofos (quimioorganotróficos) (Cepero *et al.*, 2012). Estos organismos pueden ser unicelulares, filamentosos o dimórficos, presentando un tipo de crecimiento u otro dependiendo de las condiciones ambientales donde se desarrollan, pueden presentar reproducción sexual o asexual y para ello producen esporas que se forman en estructuras reproductoras, estas ayudan a definir la especie a la que corresponde cada ejemplar (Frutis-Molina y Valenzuela, 2009) y dependiendo de su tamaño se clasifican en dos tipos: microscópicos o macroscópicos (López-Ramírez y Medel, 2016).

La mayoría de estos organismos adquiere nutrientes a través de la absorción de compuestos complejos degradados por exoenzimas liberados al medio. Al realizar digestión extracelular, pueden utilizar una gran cantidad de sustratos como nutrientes y fuentes de energía (Cepero *et al.*, 2012); tiene la capacidad de descomponer organismos muertos o sus productos (saprófitos o saprótrofos) o nutrirse de otros organismos vivos o huésped (parásitos). Algunos hongos se asocian con otro organismo para subsistir (simbiosis), como los líquenes o las micorrizas, que sirven para aumentar la absorción de nutrientes del suelo (Arenas, 2008), prácticamente pueden vivir en todo aquello que les proporcione espacio y alimento, habitan en todos los ecosistemas, como montañas, ríos y mares, bosques, selvas y desiertos (López-Ramírez y Medel, 2016). En comparación con las bacterias, los hongos crecen más lentamente y la duplicación celular es más extensa (Murray *et al.*, 2017).

La distribución de las especies de hongos para cada entidad federativa en el país no se conoce completamente; se registran datos para la mayoría de estados, en la Tabla 1 se aprecia a Veracruz como el estado con el mayor número de especies, seguido de Hidalgo y Jalisco. No se tienen datos del total de las especies conocidas para 12 entidades.

Tabla 1. Registro de total de especies para cada entidad federativa en México.

Estado	Número de especies	Cita
Veracruz	1517	Guzmán <i>et al.</i> , 2003
Hidalgo	1138	CONABIO, 2020
Jalisco	1040	Sánchez-Jácome y Guzmán-

		Dávalos, 2011
Tamaulipas	1036	García-Jimenez, 2013
Morelos	1032	Valenzuela <i>et al.</i> , 2020 y Pérez-Pérez, 2020
Durango	756	Valenzuela <i>et al.</i> , 2017
Estado de México	726	Frutis-Molina y Valenzuela, 2009
Michoacán	688	Gómez-Reyes y Gómez-Peralta, 2019
Sonora	658	Esqueda <i>et al.</i> , 2010
Querétaro	633	Valenzuela <i>et al.</i> , 2016
Chiapas	611	Ruan-Soto <i>et al.</i> , 2013
Aguascalientes	552	Pardavé-Díaz <i>et al.</i> , 2008
Nayarit	495	Valenzuela <i>et al.</i> , 2021
Tabasco	464	Rosique-Gil y Cappello-García, 2019
Chihuahua	440	Moreno-Fuentes <i>et al.</i> , 2004
Coahuila	423	García-Jimenez <i>et al.</i> , 2018
Quintana Roo	405	Yuridia-López <i>et al.</i> , 2011
Ciudad de México	264	Sierra <i>et al.</i> , 2016
Campeche	154	Ancona-Méndez <i>et al.</i> , 2010
Guanajuato	126	Medel-Ortiz <i>et al.</i> , 2012
San Luis Potosí	89	Medel-Ortiz y Flores-Rivas, 2019
Colima	77	López-Ramírez y Medel, 2016

Los estudios micológicos en el país resultan mínimos pese a la potencial diversidad de los mismos y a su importancia en procesos ecológicos y de distinta índole, ejemplo de ello es su capacidad para descomponer o reciclar la mayoría de los desechos orgánicos, ayudando a mantener el equilibrio de la naturaleza. Participan en el proceso de creación de humus para el suelo, lo cual es importante para la fertilidad del mismo, a este proceso se le llama biodegradación (Arenas, 2008). Además, los hongos causan muchas enfermedades importantes en las plantas, en el hombre y en los animales domésticos (Carlile *et al.*, 1994); por ejemplo, en los humanos al envenenamiento producido por ingesta de un macromiceto tóxico se le llama micetismo, como en los casos derivados de *Amanita phalloides* (faloidismo) (Figura 1a); *Amanita muscaria* (muscardínico) (Figura 1b), *Psilocybe mexicana* (neurotóxico o alucinógeno) (Figura 1c); y *Helvella esculenta* (hemofílico) (Figura 1d) (Arenas, 2008). Otros provocan el deterioro de alimentos o causan descomposición de la madera (Carlile *et al.*, 2001), sin mencionar que, más de 20000 especies de hongos se asocian simbióticamente con más de 5000 especies de árboles de importancia forestal, formando ectomicorrizas (López-García *et al.*, 2017).



Figura 1. a) *Amanita phalloides* (Foto de Rubio-Domínguez, s.f.); b) *Amanita muscaria* (Foto de Cuesta-Cuesta, s.f.); c) *Psilocybe mexicana* (Foto de Peinado-Lorca, 2020); d) *Helvella esculenta* (Foto de Azkarate, 2011).

Los hongos son además utilizados como indicadores de contaminación e indicadores potenciales para reconocer ciertos ecosistemas, muchas especies se utilizan en la obtención de antibióticos, como la penicilina (*Penicillium notatum*, *P. chrysogenum*), las cefalosporinas (*Cephalosporium*) y la griseofulvina (*Penicillium griseofulvum*) (Arenas, 2008), además en este grupo se encuentra el “cornezuelo del centeno”, hongo del género *Claviceps*, de donde se aisló por primera vez el LSD (ácido lisérgico), droga usada en medicina y psiquiatría (Medel-Ortiz y Chacón, 2011); de igual forma, son utilizados en la elaboración de alimentos, es el caso del pan, vino y la cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*); los quesos (*Penicillium roquefortii*, *P. camembertii*); la salsa de soja (*Rhizopus oligosporum*); y para fermentar la yuca (*Corynebacterium* y *Geotrichum candidum*) (Arenas, 2008).

La diversidad fúngica de México es muy amplia debido a la posición biogeográfica entre las grandes regiones neártica y neotropical. Además, su terreno complejo es adecuado para una amplia gama de climas, lo que resulta en complejos mosaicos de vegetación que cubren el terreno (Guzmán, 1995). En el país se conocen más de 6000 tipos de hongos. Estos se distribuyen entre aproximadamente 2000 micromicetos y 4000 macromicetos, incluyendo en los últimos los líquenes y los mohos viscosos. Sin embargo, se considera que existen en el país entre 120000 y 135000 especies de hongos, por lo que, las especies de hongos que se conocen apenas representan 6% del conocimiento de la micobiota nacional (Guzmán, 1995).

Por otro lado, hay más de 70 especies de macrohongos utilizados en la medicina tradicional (Tabla 2) por más de 10 grupos étnicos para tratar más de 40 enfermedades

o afecciones humanas en México (Guzmán, 2008); ejemplo de ello es el registro de aproximadamente 40 especies con aplicaciones medicinales tan sólo en el área maya, con géneros a los que se atribuyen propiedades antihemorrágicas y antisépticas (Bautista-González, 2013). Los hongos en la medicina tradicional mexicana han sido poco estudiados pese a que han tenido una significativa participación en la relación de las comunidades mesoamericanas con su entorno natural (Alatorre, 1996). Generalmente, los cuerpos fructíferos se suelen hervir y servir como té, o bien, se cocinan a la parrilla, algunos se preparan como sopas o caldos. Otros hongos se trituran antes de cualquier preparación (Gúzman, 2008).

Tabla 2. Registros para especies de macromicetos medicinales en México.

Espece	Nombre común	Uso medicinal	Forma de preparación	Cita
<i>Amanita basii</i> , <i>A. caesarea</i> , <i>A. jacksonii</i> , <i>A. laurae</i> , <i>A. tecomate</i> , <i>A. yema</i>	Yema de huevo/ yema/ yemita/ ahuevado	Combate la inflamación.	-	-Gúzman, 2008
<i>A. muscaria var. flavivolvata</i>	Matamoscas/ falsa oronja	Controla la fiebre y dolores de cabeza.	Se consume diluido y en bajas cantidades.	-Bautista-González, 2013
<i>A. muscaria</i>		Efecto diurético. Controla la epilepsia. Efecto purgante. Combate la disentería.	Contra la disentería, el hongo se hierve y el agua se toma como té. Como purgante, el hongo se macera crudo y se toma en bajas cantidades con agua o con leche.	-Gúzman, 2008 -Montoya-Esquivel, 1992 -Estrada-Torres y Aroche, 1987
<i>A. tullossi</i>		Combate la inflamación; alivia el dolor de pulmón y la tos	Para las afecciones del aparato respiratorio, se hierven 3 o 4 esporomas con epazote, se ingiere el caldo y se remoja un trapo en el mismo para colocarlo en el pecho. También se puede asar el píleo en el comal y caliente se frota en el pecho, costillas y espalda.	-Gúzman, 2008 -Bautista-González, 2013
<i>Auricularia auricula</i> , <i>A. córnea</i> , <i>A. delicata</i> , <i>A. fuscossuccinea</i>	Oreja de Judas/ oreja de oso/ oreja de madera	Combate la ansiedad.	-	Gúzman, 2008
<i>Boletus edulis</i> , <i>B. variipes</i>	Pambazo/ calabaza/ cemita	Alivia el dolor de cabeza y trata el reumatismo.	-	Gúzman, 2008
<i>B. pinophilus</i>	Boleto de pino/ hongo de pino/ hongo pinicola	Alivia el dolor de cabeza y trata el reumatismo. Alivia problemas gastrointestinales y la cruda o resaca.	Para problemas gastrointestinales, se prepara en caldo con epazote (se agrega sal, cebolla, aceite y ajo), se le puede retirar la epicutis al píleo y la base del estípite.	-Gúzman, 2008 -Bautista-González, 2013
<i>Boletus sp.</i>	Cemita	Desparasitante.	Preparado como un	Bautista-

			caldo.	González, 2013
<i>Calostoma cinnabarina</i>	Huevo de pato/ guitarra	Trata enfermedades gastrointestinales.	Se tuesta en el comal y se hace polvo que se toma con agua mineral.	Alatorre, 1996
<i>Calvatia cyathiformis</i>	Pedo de lobo gigante	Trata heridas sangrantes. Alivia quemaduras y las picaduras de abejas y avispas. Alivia golpes que hinchan e infectan.	Las esporas se extienden sobre el área afectada de la piel o se realiza un corte al hongo fresco y se frota directamente. Para los golpes, se realiza un corte en el hongo, se coloca sobre el área afectada y se envuelve con una venda durante cuatro o cinco días.	-Gúzman, 2008 -Estrada-Torres y Aroche, 1987 -López-Villafranco, 2009
<i>Clathrus crispus</i>	Corazón de diablo/ jaula roja	Combate la conjuntivitis.	-	Gúzman, 2008
<i>Claviceps gigantea</i>	Cornezuelo/ ergot/ cornezuelo del centeno	Alivia afecciones en la piel (granos, quemaduras, heridas sangrantes, rozaduras, hongos en los pies, infecciones cutáneas). Controla epistaxis (hemorragias nasales)	Para la piel, se limpia el área afectada y se untan las esporas del hongo, la aplicación debe repetirse hasta que la afección esté sana. Para detener hemorragias nasales, el hongo se hierve y el líquido se ingiere caliente o frío, además un trapo se remoja con esa sustancia y se unta en las fosas nasales.	Bautista-Gonzalez, 2013
<i>Clavicornia pyxidat</i>	-	Alivia el dolor de cabeza, la indigestión y los dolores intestinales. Combate la inflamación y la debilidad corporal.	En afecciones cutáneas, se aplican cataplasmas (pasta blanda generalmente caliente) sobre la piel afectada.	Gúzman, 2008
<i>Clavulina cinerea</i>	Clavaria cenicienta	Alivia el dolor de cabeza, la indigestión y los dolores intestinales. Combate la inflamación y la debilidad corporal.	En afecciones cutáneas, se aplican cataplasmas (pasta blanda generalmente caliente) sobre la piel afectada.	Gúzman, 2008

<i>Clavulinopsis sp.</i>	-	Capacidad de quitar verrugas en la piel.	-	Ruan-Soto <i>et al.</i> , 2009
<i>Coriolus versicolor</i>	Cola de pavo	Efecto purgante.	El hongo se seca, posteriormente se muele y se toma con agua o leche.	Estrada-Torres y Aroche, 1987
<i>Daldinia concentrica</i> , <i>D. eschscholtzii</i>	Bola de carbón/ bola de madera	Alivia el dolor de espalda. Combate resfriados. Sana granos y quita verrugas.	En afecciones cutáneas, se realiza un corte al hongo y se frota directamente.	Gúzman, 2008
<i>Daldinia fissa</i>	Bola de carbón/ nariz de perro	Alivia la tos generada por resfriados y los cálculos biliares.	Se ingiere un “puño” de ejemplares crudos o hervidos en caldo cada ocho horas.	Bautista-González, 2013
<i>Elaphomyces granulatus</i> , <i>E. muricatus</i> , <i>E. reticulatus</i> , <i>E. variegatus</i>	Criadilla de ciervo	Trata heridas sangrantes y la baja producción de leche materna. Ayuda al rejuvenecimiento de la piel. Efecto estimulante.	-	Gúzman, 2008
<i>Fomitopsis pinicola</i>	Hongo de oyamel	Alivia problemas en la próstata, mal de orín, problemas relacionados con los riñones y desórdenes gastrointestinales.	Se corta un pedazo del hongo, se hierve en un litro de agua y se bebe un vaso cada 20 minutos, frío o caliente, el tratamiento dura de 2 días a una semana.	Bautista-González, 2013
<i>Ganoderma applanatum</i>	Hongo del artista/ caries blanca/ oreja de palo	Controla epistaxis (hemorragias nasales).	Se coloca en el fuego (en las brasas) un esporoma entero (o una fracción dependiendo el tamaño), cuando está encendido se retira de la lumbre y se inhala el humo que desprende por aprox. media hora, se realiza 3 o 4 veces en un lapso de 15 días.	Bautista-González, 2013
<i>Geastrum fimbriatum</i> , <i>G. saccatum</i> , <i>G. triplex</i>	Estrella de tierra	Tratamiento para el asma. Sana granos.	Para las afecciones cutáneas, las esporas se extienden sobre el área afectada.	Gúzman, 2008

<i>Lactarius deliciosus</i> , <i>L. salmonicolor</i>	Níscalo/ hongo enchilado	Controla la fiebre. Alivia el dolor de cabeza, la indigestión y los dolores intestinales.	-	Gúzman, 2008
<i>Lactarius indigo</i>	Hongo azul/ azulejo/ oreja azul	Efecto laxante y purgante. Alivia problemas en los riñones.	Como laxante y purgante, el hongo se macera crudo y se toma con agua o con leche. Para problemas en los riñones, se prepara en un caldo con epazote.	-Gúzman, 2008 -Estrada-Torres y Aroche, 1987 -Bautista-González 2013
<i>Lentinus crinitus</i>	Sombrero peludo	Combate la debilidad corporal.	-	Gúzman, 2008
<i>Lycoperdon candidum</i> , <i>L. perlatum</i> , <i>L. pyriforme</i>	Huevito/ pedos/ peditos/ pedo de lobo/ bolita blanca/ bolita de lagartija/ quesito	Trata heridas sangrantes y las picaduras de abejas y avispa. Alivia quemaduras y quita verrugas. Trata el bocio (crecimiento anormal de la glándula tiroides). Desinfectante de heridas. Controla epistaxis (hemorragias nasales).	Para las afecciones cutáneas, las esporas se extienden sobre el área afectada o se realiza un corte al hongo fresco y se frota directamente. Como desinfectante, el hongo se cuece, se deshace y se coloca sobre la herida. Para hemorragias nasales, el hongo se hierve y el líquido se ingiere caliente o frío, además un trapo se remoja con esa sustancia y se unta en las fosas nasales.	-Gúzman, 2008 -Estrada-Torres y Aroche, 1987 -Bautista-González, 2013
<i>Lycoperdon spp.</i>		Cicatrizante. Alivia quemaduras y seca granos.	Para cicatrizar, se limpia la herida con alcohol y se coloca encima un corte del hongo. En quemaduras, el hongo triturado se revuelve con manteca y se unta sobre la parte afectada. En granos, se lava el área afectada y se unta el hongo, se repite cada día hasta secar el grano.	-Montoya-Esquivel, 1992
<i>Pleurotus albidus</i> , <i>P. cornucopiae</i> , <i>P. djamor</i> , <i>P. ostreatus</i> , <i>P. pulmonarius</i> , <i>P.</i>	Hongo blanco patón/ hongo de maguey/ champiñón/ hongo pulmón	Controla el colesterol alto. Efecto diurético, laxante y estimulante.	-	-Gúzman, 2008

<i>smithii</i>		Alivia el dolor de cabeza. Disminuye la presión arterial. Ayuda al rejuvenecimiento de la piel.		
<i>Pogonomyces hydnooides</i>	Oreja de palo	Sana granos y quita verrugas. Combate la tiña de la cabeza (infección micótica).	Se realiza un corte al hongo y se frota directamente.	-Gúzman, 2008
<i>Psilocybe angustipleurocystidiata</i> , <i>P. barrerae</i> , <i>P. hoogshagenii</i> , <i>P. muliercula</i> , <i>P. sanctorum</i>	Hongo de barrancos/ corona de Cristo/ hongo santo/ santitos/ hongo de la razón/ mujercitas	Combate la ansiedad y el dolor de muelas.	-	-Gúzman, 2008
<i>Pusilla bovista</i>	Hongo rosado	Trata heridas sangrantes y las picaduras de abejas y avispas.	-	-Gúzman, 2008
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	Hongo rojo/ oreja de palo/ hongo duro	Alivia la diarrea. Sana granos y quita verrugas. Combate la inflamación y la tiña de la cabeza (infección micótica)	En afecciones cutáneas, se realiza un corte al hongo y se frota directamente.	-Gúzman, 2008
<i>Ramaria sp</i>	Patita de pájaro/ fideo/ escobetilla	Alivia el dolor de cabeza, la indigestión y los dolores intestinales. Combate la inflamación y la debilidad corporal	-	-Gúzman, 2008
<i>Schizophyllum commune</i>	-	Alivia el dolor de cabeza, la indigestión y los dolores intestinales. Combate la inflamación, la obesidad, el reumatismo y la debilidad corporal.	-	Gúzman, 2008

<i>Suillus brevipes</i> , <i>S. granulatus</i> , <i>S. luteus</i>		Alivia el dolor de cabeza.	-	-Gúzman, 2008
<i>Suillus pseudobrevipes</i>	Panza babosa/ babosa/ cemita/ boleto anillado	Alivia la cruda o resaca.	Se prepara en caldo con epazote (se agrega sal, cebolla, aceite y ajo), se le puede retirar la epicutis al píleo y la base del estípite.	-Bautista-Gonzalez, 2013
<i>Thelephora paraguayensis</i>	-	Quita verrugas.	-	-Ruan-Soto y Ordaz-Velázquez, 2015 -Gúzman, 2008
<i>Trametes versicolor</i>	Cola de pavo/ hongo de madera/ repisa de árbol	Sana granos y quita verrugas. Efecto purgante. Combate la tiña de la cabeza (infección micótica).	En afecciones cutáneas, se realiza un corte al hongo y se frota directamente.	-Gúzman, 2008
<i>Tremellodendron schweinitzi</i>	-	Alivia el dolor de cabeza, la indigestión y los dolores intestinales. Combate la inflamación.	En afecciones cutáneas, se aplican cataplasmas (pasta blanda generalmente caliente) sobre la piel afectada.	-Gúzman, 2008
<i>Tricholoma magnivelare</i>	Hongo de pinos/ matzutake/ hongo blanco	Alivia el dolor de cabeza	Se prepara en caldo con epazote	-Bautista-Gonzalez, 2013
<i>Ustilago maydis</i>	Huitlacoche/ cuitlacoche	Tratamiento en afecciones en la piel (granos, quemaduras, rozaduras, cortadas, raspones, infecciones, etc.).	Se limpia el área afectada y se untan las esporas del hongo, la aplicación debe repetirse hasta que la afección esté sana.	-Bautista-Gonzalez, 2013 -Gúzman, 2008
		Alivia la indigestión y dolores intestinales.	-	-Gúzman, 2008
<i>Vascellum pratense</i> , <i>V. qudenii</i>	Falso pedo de lobo	Trata heridas sangrantes, quemaduras y picaduras de abejas y avispas.	Se realiza un corte al hongo fresco y se frota directamente.	-Gúzman, 2008
<i>Xylaria</i> sp.	Dedos de novia muerta/ dedos	Previene y trata afecciones del	-	-Alatorre, 1996

	de prostituta muerta/ dedos de muerto	corazón.		
--	--	----------	--	--

*El símbolo (-) representa la ausencia de registro de la forma de preparación.

Respecto al más conocido de sus usos, los hongos comestibles tienen alto contenido de aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas, fibra cruda, y son relativamente bajos en grasa, además de carecer totalmente de colesterol (Mayett y Martínez-Carrera, 2019; Moreno-Fuentes, 2004), se han recolectado desde la antigüedad (Carlile *et al.*, 1994), surgiendo distintos estudios alrededor de dicha recolección. México es uno de los países con mayor tradición en el consumo y utilización de los hongos comestibles silvestres (HCS), formando parte de la cultura de la población (Bautista-Bautista, 2019). Ejemplo de ello es el registro de 47 especies de HCS en cinco comunidades del estado de México, entre ellas *Helvella lacunosa* y *Morchella spp.* resultaron las de mayor importancia cultural (Domínguez *et al.*, 2015), en el municipio de Acajete, Puebla se registraron 25 especies de HCS (Pérez-López *et al.*, 2015). Por su parte, Ruan-Soto *et al.*, (2009) reconocen al menos 10 especies de hongos con uso alimentario entre los habitantes de dos comunidades de la Selva Lacandona; Servín-Campuzano y Alarcón-Chaires (2018) registran 25 HCS según la clasificación de la comunidad (un mismo nombre común puede corresponder a más de una especie); Díaz-Pérez (2019) identificó 56 especies de HCS recolectados por una comunidad de San Felipe Hidalgo en Tlaxcala, siendo al menos 5 las especies con mayor importancia cultural; Bautista-Bautista (2019) registró 70 taxas de HCS, 43 determinados a nivel de especie, resaltando *Amanita sect. caesarea* por importancia cultural.

Del mismo modo, Contreras-Juárez (2018) identificó 18 especies de uso alimentario en el municipio de Villa del Carbón, Estado de México; Burrola *et al.*, (2012), identificaron 56 especies de HCS en el municipio de Amanalco, estado de México; López-García *et al.*, (2017) presentan un listado de 70 vocablos relacionados con los hongos silvestres utilizados por los chinantecos, correspondientes a 36 especies, aproximadamente 29 con uso comestible. La búsqueda de aumentar los estudios relacionados al uso alimenticio de los macromicetos está respaldada por ser una fuente importante de proteína en la dieta de poblaciones rurales que habitan en áreas forestales, que suelen ser grupos en condición de pobreza con alta necesidad nutricional (Zamora-Martínez, 2012). Las recetas empleadas para la preparación y consumo de los hongos son muy diversas y varían acorde al gusto y costumbres de cada familia, de sus posibilidades económicas así como del hongo que se haya obtenido (Montoya-Esquivel, 1992).

En las últimas décadas, estudios enfocados a macromicetos comestibles han incrementado pues constituyen fuentes potenciales de componentes bioactivos, producen una vasta variedad de productos naturales: componentes con actividad

antitumoral e inmunológicamente activos, agentes antimicrobianos, antifúngicos, antivirales, citostáticos, enzimáticos, reguladores de crecimiento, etc. (Sánchez y Mata, 2012), se ha demostrado que los hongos comestibles tienen un valor terapéutico en la prevención y tratamiento de cáncer, enfermedades virales como influenza y poliomielitis, hipercolesterolemia, trombosis e hipertensión (Sánchez y Mata, 2012). Sin embargo, no todas estas propiedades han sido corroboradas desde la perspectiva bioquímica, una vez comprobadas, las propiedades farmacéuticas de los hongos medicinales tradicionales, abren la posibilidad de establecer patentes propiedad de las etnias que los usan (Alatorre, 1996). Tomando en cuenta que los hongos mejoran la salud y reducen el riesgo de contraer enfermedades (Moctezuma-Pérez, 2014), es que estos son reconocidos como alimento funcional y como un valioso recurso nutracéutico y de medicina natural.

Además, los hongos cumplen un papel importante en la economía. Puede tener impactos negativos, siendo una seria amenaza para los cultivos, pues los parásitos fúngicos representan aproximadamente el 70% de enfermedades importantes en las plantas cultivadas; pueden destruir maderas, pieles, telas, obras de arte, lubricantes, cocinas, baños o alimentos; también, en la ganadería pueden ocasionar grandes pérdidas económicas por enfermedades digestivas, abortos, dermatosis o micosis sistémicas (Arenas, 2008). En contraparte, los hongos también pueden generar ingresos económicos, por ejemplo, participan en procesos industriales, como la elaboración de ácido cítrico (*Aspergillus niger*), sin dejar de lado su resaltante participación y perfeccionamiento en levaduras (Arenas, 2008).

En el caso de los hongos silvestres macroscópicos, tienen una importancia económica mayormente a nivel local, Montoya-Esquivel (1992) y Zamora-Martinez (2012) afirman que, durante la época de lluvias, la venta de hongos es una actividad de suma importancia en comunidades mexicanas, estas señalan que una forma para guardar los hongos y disponer de ellos cuando no es temporada es secarlos al sol, rebanados o ensartados en un hilo. El secado puede tener fines de venta, pues los hongos fuera de época de lluvias se venden a precios elevados (Montoya-Esquivel, 1992). Los distintos usos de los macromicetos han tenido un impacto significativo en grupos culturales de todo el mundo (López-García *et al.*, 2017), conocer las especies con mayor importancia cultural es de utilidad para el manejo de los ecosistemas, ya que las comunidades muestran mayor interés si la especie es significativa para sus tradiciones o creencias (Servín-Campuzano y Alarcón-Chaires, 2018).

El estudio del aprovechamiento, recuperación y mantenimiento del saber tradicional corresponde a la etnobiología, que actualmente no se limita al estudio de la utilización que se da a la naturaleza por un grupo humano, sino que investiga un conjunto de interacciones recíprocas entre los seres humanos y la naturaleza, las cuales ocurren

tanto en las ciudades como en medios rurales. México es uno de los países en donde la etnobiología ha tenido mayor desarrollo, lo cual en parte se debe a su pasado y presente indígena (Pulido-Silva y Cuevas-Cardona, 2020). Estas interacciones en el caso de los hongos deben su estudio a la etnomicología, la rama de la etnobiología especializada en estos organismos. El aprovechamiento de los HCS por comunidades locales, ha generado un amplio Conocimiento Micológico Tradicional (CMT), considerado como los saberes y prácticas generadas y acumuladas colectivamente a lo largo del tiempo que se transmiten de generación en generación, en torno a la presencia de los hongos en la vida de los pobladores (Burrola-Aguilar *et al.*, 2012; Luna-Morales, 2002), en México, se les ha nombrado como sabiduría popular, saber local, folklore, ciencia indígena, ciencias nativas, conocimiento campesino, sistemas de conocimiento tradicional o sistemas de saberes indígenas (Pérez-Ruiz y Argueta-Villamar, 2011).

La combinación de los factores biodiversidad y diversidad cultural promueve que los grupos humanos construyan a lo largo del tiempo diferentes concepciones de la naturaleza, así como diferentes formas de usarla, estas formas se encuentran en un proceso continuo de formulación y adaptación, así cada grupo humano posee un cúmulo de conocimientos ecológicos tradicionales y formas de utilización de sus recursos biológicos, provenientes de sus diferentes historias y locaciones (Rúan-Soto *et al.*, 2009). Los nombres comunes de las especies son reflejo de la interacción de las personas con el medio, el origen de muchos nombres comunes se vuelve desconocido con el paso del tiempo; mientras que otros responden a la necesidad de nombrar y por ende clasificar nuevos elementos de un entorno cambiante (Garibay, 2009).

Dentro del léxico etnobiológico, los taxones que reciben nombres se designan como lexemas y se pueden dividir en primarios y secundarios (Pottier, 1992, como se citó en Bautista-Bautista, 2019):

Primarios:

- Simples: formados por un solo lexema; relacionados a la similitud que tienen con diversos objetos.
- Productivos: formados por dos o más lexemas, en los que alguno de ellos se subordina al otro, están dados por características de la especie, hábitat y color.
- Improductivos: formados por dos o más lexemas, pero ningún lexema está subordinado al otro y suelen tener componentes abstractos o dados por la forma del organismo.

Secundarios: se emplean para designar niveles específicos y variedades, incluyen como constituyente un término que designa la pertenencia a la primer clase sumado a uno o

más constituyentes que funcionan como modificadores; en el caso de los hongos este tipo de lexema puede estar agrupando diferentes especies con gran similitud. El primer lexema indica el criterio para diferenciar la forma, el segundo lexema se usa para diferenciar entre especies que tienen la misma forma, tomando criterios como color, hábitat, forma, toxicidad entre otros.

El uso de los recursos naturales se da de forma más directa en las comunidades rurales y se expresa en sus propias lenguas, los pueblos clasifican debido a la necesidad de ordenar el mundo que les rodea. Reunir y analizar los nombres comunes de los organismos aprovechables es importante, pues conocer su significado lingüístico y científico permite establecer un diálogo entre el investigador y el recolector, campesino o indígena (Garibay 2009; Ruan-Soto *et al.*, 2005). El nombre popular o nativo de los hongos varía según el sitio donde se desarrollan y los diferentes grupos étnicos que habitan las localidades donde se presentan, un hongo tiene distintos nombres para diferentes grupos humanos (López-Ramírez y Medel, 2016), ya que cada grupo percibe el mundo de diversas maneras; respondiendo a necesidades, costumbres y tradiciones diferentes (Ruan-Soto, *et al.*, 2005).

En el estado México se han recabado una amplia cantidad de estudios con enfoque etnomicológico, ejemplo de ello se puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3. Estudios etnomicológicos registrados para el estado de México.

Localidad	Especies HCS	Cita
Lomas de Teocaltzingo, Ocuilan	160	Ramírez-Carbajal, 2017
San Pedro Arriba, Temoaya	81	Lara-Vázquez <i>et al.</i> , 2013
Amanalco	56	Burrola <i>et al.</i> , 2012
Ocoyoacac	47	Domínguez <i>et al.</i> , 2017
Temascaltepec	44	Pérez-Silva <i>et al.</i> , 2011
Villa del Carbón	36	Contreras-Juárez, 2018
Valle de Toluca: Santiago Tianguistenco, Tenango del Valle, Lerma, Ocoyoacac, Ixtlahuaca, San Felipe del Progreso.	34	Mariaca-Méndez <i>et al.</i> , 2001
San Francisco Oxtotilpan, Temascaltepec	25	Molina-Castillo, 2017
Santa Catarina del Monte, Texcoco	17	Rodríguez-Muñoz <i>et al.</i> , 2012

Los macromicetos que normalmente se conocen más en las poblaciones, son aquellos comestibles y sobre todo cultivables, que suelen encontrarse en supermercados, pese a ello, las especies de HCS ocupan una posición importante en la comercialización

dentro de mercados y tianguis, por ello se han convertido en foco de múltiples investigaciones, con el fin de conocer y documentar sus propiedades nutricionales y medicinales, además de detectar técnicas de cultivo propias para cada especie buscando maximizar su producción (Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016). Ruan-Soto *et al.*, (2004), señalan que el estudio de los mercados puede ser una herramienta útil para evaluar el conocimiento micológico tradicional en un área amplia y no estudiada, un tianguis puede ser visto como un microcosmos que permite estudiar la economía local y regional, que funge como sistema de abastecimiento o distribución de bienes, además de ser un punto de reunión y establecimiento de relaciones sociales, donde coexisten una variedad de sistemas de intercambio y medidas (kilo, manojo, cubeta, montón, pieza, etc), mientras que los precios divergen de un productor a otro (Licona-Valencia, 2014). Así, la documentación de los HCS en mercados y tianguis representa una válida herramienta para conocer la diversidad de los mismos en un área determinada, (Villareal-Ruiz, 1997), cuando las familias comercializan este recurso el valor comercial es asignado: por la dificultad para encontrarlos y su escasez, y por el aprecio por su sabor en la cocina (Lara-Vázquez *et al.*, 2013).

Muchos grupos de hongos comestibles se han reportado con aplicaciones tanto medicinales como nutricionales, la coincidencia de ambas propiedades es lo que se conoce como actividad nutracéutica, que se refiere a aquellas sustancias que se consideren alimentos y además proporcionen beneficios a la salud, incluyendo la disminución del riesgo de presentar distintos padecimientos o incluso su uso como tratamiento (Andlauer y Furst, 2002). Un caso en que ambas propiedades están presentes es en el género *Lactarius*, perteneciente al orden Russulales y la familia Russulaceae, se caracteriza por presentar látex de distintas tonalidades azules al realizar un corte en el cuerpo fructífero, las especies de este género son mayormente encontradas en bosques templados, muchas de ellas haciendo simbiosis con las raíces de los árboles (Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016).



Figura 2. Ejemplar de *Lactarius indigo* (Foto de Cortés-Pérez, s.f.).

Entre las especies consideradas comestibles de este género se encuentra *Lactarius indigo* (Figura 2) de fácil ubicación, pese a su recolección con fines alimenticios, algunas personas lo consideran un hongo tóxico o venenoso debido a su color, esta misma característica le brinda el nombre con que se conoce comúnmente, "azul" "cometa azul" o "quexque azul" (Kong-Luz, 1995), dicho color es debido a la presencia del éster de ácido esteárico de deterioro (estearoildeterrol), principal sesquiterpenoide presente en estos hongos (Pomilio *et al.*, 2019), a este hongo se le ha mencionado como tratamiento en los problemas en los riñones, así como potencial laxante y purgante, aunque estos últimos dos usos han sido ampliamente cuestionados al no ser coincidente con su amplio uso comestible (Gúzman, 2008; Estrada-Torres y Aroche, 1987; Bautista-González, 2013). Pese a esto, en México no hay estudios suficientes respecto a sus múltiples propiedades y usos, por lo que resalta la importancia de realizar más estudios respecto a sus conformantes, para conocer y aprovechar mejor los recursos naturales presentes en el país.

Justificación:

México es un país que ha realizado numerosos intentos por documentar la mayoría del conocimiento micológico tradicional, dando lugar a investigaciones etnomicológicas muy relevantes. Sin embargo la acelerada pérdida del recurso fúngico así como del conocimiento tradicional llevan una amplia y aparentemente permanente ventaja en comparación a la realización de estudios micológicos. Por lo que es de suma importancia realizar estudios en zonas como el municipio de Nicolás Romero, que cuenta con una población mestiza y con características tanto urbanas como rurales, para documentar el conocimiento tradicional y las dinámicas generadas en torno a los HCS, esto es necesario ya que el CMT es una herramienta fundamental en el desarrollo y conservación de la diversidad biológica y cultural, además de mostrar un panorama del deterioro actual de la diversidad fúngica en específico, dando lugar al planteamiento de escenarios futuros. Al realizar estudios de los tianguis se puede explorar en un espacio concentrado y relativamente reducido la dinámica de la población a la que pertenece.

Objetivo general:

Documentar los usos que se les da a los hongos que se venden en el tianguis de San Pedro y evaluar del más importante algunas propiedades nutricionales.

Objetivos particulares:

1. Identificar al vendedor de hongos más importante en el tianguis de Nicolás Romero.
2. Obtener la información sobre la dinámica de recolección de hongos.
3. Obtener la información sobre los nombres comunes con que se reconoce a los hongos que venden los hongueros.

4. Obtener las fotografías y ejemplares de los hongos que se venden.
5. Evaluar las propiedades nutricionales del hongo que sea más relevante.

Materiales y métodos:

Revisión bibliográfica

Se procedió a la revisión de libros, revistas de divulgación científica, tesis y páginas electrónicas respecto a HCS en México; técnicas de extracción, cuantificación e identificación de distintas macromoléculas, asimismo se registraron investigaciones etnomicológicas en el estado de México; se buscó información en páginas de internet oficiales y en publicaciones la descripción de la zona de estudio.

Zona de Estudio

El municipio Nicolás Romero cuenta con una extensión de 233.51 km², en colindancia al este con Cuautitlán Izcalli; Villa del Carbón y Tepetzotlán al norte; al sur con Atizapán de Zaragoza e Isidro Fabela; y al oeste con los municipios de Temoaya y Jiquipilco. Se ubica entre las coordenadas 19° 33' 46.44" y 19° 42' 19.80" latitud norte y los 99° 32' 02.40" y 99° 15' 57.96" longitud oeste, la mayor parte del terreno que abarca es accidentada y la altitud media sobre el nivel del mar es de 2,370 m (INEGI, 2020). Este municipio se ubica en la clasificación climática catalogada como templado subhúmedo, con temperaturas medias de entre 12 y 18°C, con máximas de 30°C y mínimas de 7°C (INEGI, 1990). El presente trabajo se realizó en el tianguis/mercado municipal, ubicado en la cabecera municipal Ciudad Nicolás Romero.

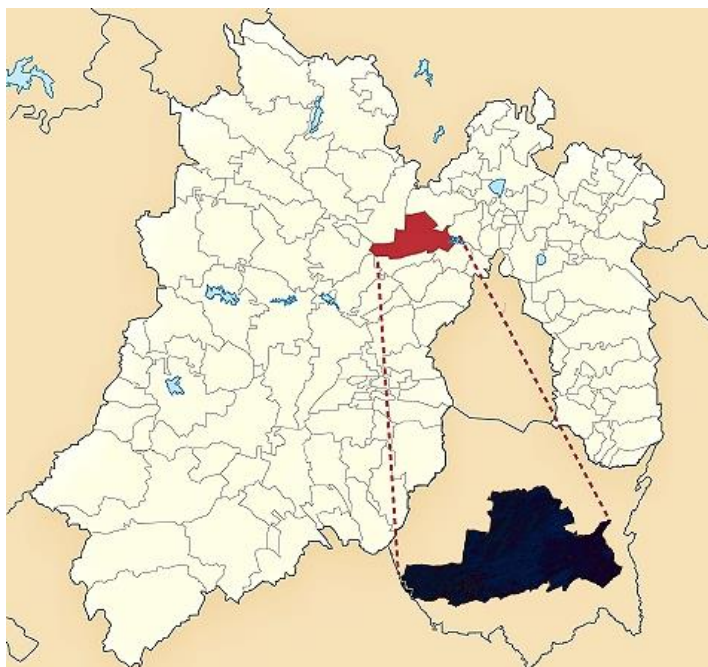


Figura 3. Mapa de localización del municipio de Nicolás Romero en el Estado de México.

Obtención de datos

A través de una entrevista no estructurada, consistente de una sola pregunta, se identificó entre los vendedores del mercado a un colaborador clave a quien se le realizaron entrevistas etnomicológicas. Los especímenes recolectados fueron fotografiados e identificados, posteriormente se eligió de entre ellos una especie relevante para evaluar sus propiedades nutraceuticas.

Entrevista semiestructurada

a) Nombre: _____ Edad: _____ Género: H M Origen: _____

b) Conocimiento Micológico Tradicional y su transmisión

1. ¿Para usted qué es un hongo?
2. ¿Sabe cómo nacen los hongos? ¿Cómo?
3. ¿En qué lugares crecen los hongos?
4. ¿Todo el año hay hongos?
5. ¿Qué tipos de hongos conoce?
6. ¿Para qué usa a los hongos?
7. ¿Cómo aprendió sobre hongos?
8. ¿Quién le enseñó sobre los hongos?
9. ¿A qué edad le enseñaron sobre los hongos?
10. ¿A quién le ha enseñado usted sobre los hongos?
11. ¿A qué edad les enseñó?
12. ¿Cómo les enseñó?
13. ¿Con quién va a juntar hongos?
14. ¿Conocen los mismos hongos que usted?

c) Dinámica de la recolección y venta de los hongos

1. ¿Usted recolecta hongos?
2. ¿Para salir a recolectar hongos va sólo o acompañado?
3. ¿Cuándo salen y a qué hora?
4. ¿A dónde van?
5. ¿Qué tan lejos de su hogar?
6. ¿Cómo se transporta para ir a juntar hongos?
7. ¿Cuántas horas dedica a recolectar hongos?
8. ¿Cada cuándo va a juntar hongos?
9. ¿Qué hacen con los hongos en su casa?
10. ¿Los vende?
11. ¿En dónde?
12. ¿Cuál es el hongo que más vende?
13. ¿Cómo reconoce los hongos que si se comen de los que son tóxicos?

d) Listado de nombres comunes.

Obtención del cuerpo fructífero:

Tomando en cuenta los nombres comunes asignados para cada especie, así como las consideraciones del entrevistado respecto a los hongos más solicitados, se seleccionó la especie *Lactarius indigo*, comúnmente llamado "hongo azul" o "azulejo" para la obtención de las propiedades nutraceuticas. El cuerpo fructífero se obtuvo de un tianguis localizado en la cabecera municipal Ciudad Nicolás Romero, estado de México. Una parte del material obtenido fue sometido a secado y otra parte a congelamiento.

Cuantificación de Carbohidratos por la técnica de Nelson-Somogyi:

Se realizó la extracción de carbohidratos utilizando 1g del hongo deshidratado, posteriormente se realizó la cuantificación por el método Nelson-Somogy (González y Peñalosa, 2000), que determina el contenido de azúcares reductores y no reductores. Se utilizó 1 mL de la muestra problema y se empleó una curva patrón de glucosa 200 µg/mL. Se leyó la absorbancia a 540 nm.

Cuantificación de Proteínas solubles por el método de Bradford:

Se realizó la cuantificación de proteínas solubles, con colorante azul de Coomassie, que aumenta el máximo de absorción del compuesto, de acuerdo al método de Bradford. Para comenzar se realizó la preparación del extracto a partir de 1g de tejido fresco en 20 mL de metanol/cloroformo/agua 12:5:3 v/v, se homogeneizó el tejido en un mortero frío, se centrifugó a 5000 rpm durante 10 minutos (2 veces) y se colectó el sobrenadante. Se re extrajo el residuo agitándolo 5 min con otros 5 mL de mezcla metanol/cloroformo/agua. Se centrifugó y se juntaron los dos sobrenadantes. Se agregó al extracto 1 mL de cloroformo, luego 1.5 mL de agua y se centrifugó para posteriormente extraer la fase clorofórmica.

Con el sobrenadante obtenido se realizó la cuantificación de proteínas, se construyó una curva patrón de albúmina bovina sérica BSA 100 µg/mL y se leyó en el espectrofotómetro a 595 nm (González y Peñalosa, 2000).

Cuantificación de lípidos por maceración dinámica con hexano:

Se tomaron 1000 mg del cuerpo fructífero de *Lactarius indigo* seco y se maceró con hexano durante dos semanas, una vez pasado ese lapso de tiempo, el extracto se llevó a sequedad mediante evaporación (Domínguez, 1973).

Determinación del ácido Ascórbico (Vitamina C):

A 1000 mg de la muestra de hongo, se agregó 900 µL de ácido tricloroacético al 10% y se procedió a homogeneizar durante 5 min, para después reposar en baño de hielo, y proceder a centrifugar a 3000 rpm por 5 minutos. Tomando 500 µL del sobrenadante, se agregó 4.3 mL de agua destilada y 200 µL del reactivo Folin-Ciocalteu. La

concentración se determinó usando una curva patrón de la solución stock de ácido ascórbico (100 µg/mL) y midiendo la absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro (Jagota y Dani, 1982).

Determinación de metabolitos secundarios:

Fenoles totales:

Se determinó el contenido de fenoles totales en la muestra *por el método modificado de Singleton et al., 1999*; a través de espectrofotometría con base a una reacción colorimétrica de óxido-reducción, utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu como agente oxidante y preparando una curva patrón de ácido gálico con una solución estándar con una concentración de 0.2 mg/mL.

La muestra problema se preparó con una concentración de 1 g en 5 mL, de la cual se tomaron alícuotas de 250 y 500 µL, para luego completar a 1 mL con agua destilada, posteriormente se añadieron 7 mL de agua destilada, 1.5 mL de Na₂CO₃ (20%) y 500 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu. Después de mantener las preparaciones a temperatura ambiente, se midió la absorbancia a 760 nm. Los resultados se expresan como mg equivalentes de ácido gálico por gramos de hongo (mg eAG/g).

Detección de metabolitos secundarios por cromatografía en capa fina:

Se tomó una muestra de extracto metanólico y se disolvió en metanol, se sembró con un tubo capilar sobre 5 placas cromatográficas y, se emplearon las siguientes fases móviles, para la primer placa: acetato de etilo:metanol (1:2) y para las cuatro restantes la fase móvil fue el metanol. Los reveladores empleados fueron: sulfato sérico (revelador de todos los compuestos orgánicos), cloruro férrico (revelador de fenoles), cloruro de aluminio (revelador de flavonoides), reactivo de Dragendorff (revelador de alcaloides) y amoniaco (revelador de cumarinas), finalmente se observó la presencia o ausencia de los compuestos.

Resultados

Entrevista no estructurada:

Al preguntar entre los vendedores del tianguis, concentrándose en los comerciantes de “productos del bosque”, se obtuvo una respuesta común, identificando al puesto del señor Tomás Benito como aquel con mayor variedad de hongos cada año, así como ser el recolector con mayor conocimiento acerca del crecimiento, distribución e incluso formas de preparación de los HCS.

Pregunta. ¿Quién considera que es el vendedor que conoce más acerca de los hongos o que maneja más variedad?



Figura 4. Fotografía con el informante Tomás Benito y el puesto de hongos perteneciente al mismo.

Entrevista semiestructurada: Datos del informante clave

Nombre: Tomás Benito
Poblador de Nicolás Romero

Edad: 52 años

Género: H M

Origen:

Conocimiento Micológico Tradicional y su transmisión

1. ¿Para usted qué es un hongo?

"Un ser vivo, que está entre las plantas y los animales, es fácil ver que no es planta por que ni es verde ni tiene raíces y su semilla no es como la de las plantas."

2. ¿Sabe cómo nacen los hongos? ¿Cómo?

"Hay hongos que donde nacen parten la tierra o bien en el abono de los árboles, forman bultos que tras años de experiencia y de conocer las zonas donde normalmente nacen, vas a distinguir el bulto que corresponde al nacimiento de un hongo."

3. ¿En qué lugares crecen los hongos?

"En el pie de los árboles, los llanos, en el pasto, en todos lados mientras haya humedad."

4. ¿Todo el año hay hongos?
"En fines de mayo, principios de junio, cuando llueva aunque sea cada tercer día, y su época acaba en octubre pero algunas especies nacen solas dependiendo de las lluvias."
5. ¿Qué tipos de hongos conoce?
"Están los alimentarios y los tóxicos."
6. ¿Para qué usa a los hongos?
"La mayoría del hongo es para vender, poco es para consumirlo dentro de la familia y también se comercializa ya cocinado y preparado, a veces en escuelas de gastronomía."
7. ¿Cómo aprendió sobre hongos?
"Conocemos los hongos por herencia, por el trabajo de mis familiares que también lo trabajaban."
8. ¿Quién le enseñó sobre los hongos?
"Mis papás me enseñaron a recolectar y distinguir."
9. ¿A qué edad le enseñaron sobre los hongos?
"Desde que nacemos nos vemos envueltos en el mundo de los hongos, acompañando a mis familiares en la recolección hasta que somos capaces por nosotros mismos de recolectar, es decir a la par de que aprendemos a caminar y hacemos conciencia sobre qué hongos y cómo recolectarlos."
10. ¿A quién le ha enseñado usted sobre los hongos?
"A mis hijos y otros familiares menores que yo."
11. ¿A qué edad les enseñó?
"Desde que nacen los niños escuchan del tema y van a recolectar cuando aprenden a caminar, hasta el punto en que ellos deciden seguir o no con la tradición de la recolección."
12. ¿Cómo les enseñó?
"Primero dejándolos ver y escuchar como se hace la recolección, luego ellos solos recolectan bajo supervisión, cuando comienzan a recolectar solos la persona que les enseña se encarga de revisar lo recolectado para asegurarse que todos los hongos son comestibles y están separados de forma adecuada para la venta."
13. ¿Con quién va a juntar hongos?
"Principalmente con mi familia pero en ocasiones nos encontramos o recolectamos cerca de otras familias hongueras."
14. ¿Conocen los mismos hongos que usted?
"Si, cuando son pequeños no pero ya cuando recolectan solos es por que conocen los mismos."

Dinámica de la recolección y venta de los hongos

1. ¿Usted recolecta hongos?

"Sí."

2. ¿Para salir a recolectar hongos va sólo o acompañado?

"Generalmente acompañado."

3. ¿Cuándo salen y a qué hora?

"Cuando hay mucha venta salimos dos o tres veces en la semana, cuando disminuye la cantidad de hongos o bien la venta no terminó con todo el producto salimos los fines de semana."

4. ¿A dónde van?

"Zonas boscosas de Cahuacán, cerca de riachuelos."

5. ¿Qué tan lejos de su hogar?

"Normalmente está a media hora donde comenzamos la recolección, pero dependiendo que hongos se buscan nos vamos alejando o nos trasladamos a zonas un poco más lejanas."

6. ¿Cómo se transporta para ir a juntar hongos?

"Caminando o bien en camionetas de la familia o pasajeras."

7. ¿Cuántas horas dedica a recolectar hongos?

"Aproximadamente 10 horas, más o menos depende la recolecta."

8. ¿Cada cuánto va a juntar hongos?

"Cada vez que se necesita más venta, dependiendo también de la cantidad de hongos que hay en la época."

9. ¿Qué hacen con los hongos en su casa?

"La mayor cantidad se separa y prepara para la venta, una cantidad menor se queda para ser consumida por la familia o también separamos cuando hacen encargos para las escuelas de gastronomía."

10. ¿Los vende?

"Sí."

11. ¿En dónde?

"En el mercado de la cabecera municipal de Nicolás Romero."

12. ¿Cuál es el hongo que más vende?

"Depende mucho de la gente, pero está entre el hongo yema de huevo, el azulejo y el pericón. Son los que más buscan pero en cantidad son otros, que se encuentran más fácil, o hay clientes que se llevan para otros estados o municipios"

muy lejanos así que se llevan los más duros en gran cantidad.”

13. ¿Cómo reconoce los hongos que si se comen de los que son tóxicos?

“Por su aspecto, los años de experiencia hacen que memorice como se ve cada hongo.”









Figura 5. Puesto con mayor variedad de hongos en el tianguis, perteneciente al informante, el honguero Tomás Benito.





d) Lista de nombres comunes




Tabla 4. Lista de nombres comunes y científicos de los hongos vendidos en el tianguis de Nicolás Romero.




Imagen	Nombre común	Nombre científico
	<ul style="list-style-type: none"> ● Yema ● Amarillo 	<p><i>Amanita caesarea</i></p>



	<p>Mantecoso</p>	<p><i>Melanoleuca sp.</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Azul • Azulejo • Enchilado azul • Oreja azul 	<p><i>Lactarius indigo</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Clavito de encino • Clavito 	<p><i>Entoloma sp.</i></p>



	<p>Patita de pájaro</p>	<p><i>Ramaria sp.</i></p>
	<p>Fideo</p>	<p><i>Ramaria sp.</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Chora • Chorita 	<p><i>Ramaria sp.</i></p>

	<p>Chicharrón</p>	<p><i>Gyromitra esculenta</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Pancita • Morilla • Chipotle 	<p><i>Morchella sp.</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Oreja de cerdo • Oreja roja 	<p><i>Hypomyces sp.</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Oreja blanca • Trompa de puerco 	<p><i>Russula brevipes</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> ● Cema ● Panadero ● Cema de ocote 	<p><i>Boletus edulis</i></p>
	<p>Bolombos</p>	<p>Boletaceae.</p>
	<p>Morqueño</p>	<p><i>Russula sp.</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> ● Enchilado ● Colorado 	<i>Lactarius sp.</i>
	<ul style="list-style-type: none"> ● Burundangas ● Bola de tierra 	<i>Lycoperdon sp.</i>
<p>*No se obtuvo cuerpo fructífero para registro fotográfico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pericón ● Amarillo ● Duraznillo ● Trompeta amarilla 	<i>Cantharellus cibarius</i>
	<ul style="list-style-type: none"> ● Amontonado ● Clavito grande 	<i>Lyophyllum</i>

	<p>Cardas cafés</p>	<p><i>Albatrellus ellisii</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Setas • Oreja blanca de árbol 	<p><i>Pleurotus sp.</i></p>

	<p>Huitlacoche</p>	<p><i>Ustilago maydis</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Champiñón • Común 	<p><i>Agaricus sp.</i></p>

*Fotografías originales de la autora.

*El nombre científico corresponde únicamente a acercamientos taxonómicos realizados por la autora, se recomienda confirmación del herbario.

Lactarius índigo

Lactarius es uno de los géneros de hongos comestibles altamente valorados en el mundo, atraen la atención de investigadores debido a su apariencia y buen sabor, con el propósito de aplicarlo como medicina. *L. índigo* es una especie micorrízica comestible con gran valor culinario, vendido en múltiples mercados locales en México (Robles *et al.*, 2018, Montoya-Esquivel *et al.*, 2001), tiene gran potencial para ser usado como alimento nutricionalmente óptimo, y como medicina con actividad biológicamente beneficiosa, incluso se han realizado estudios que comprueban su potencial antitumoral y antibacteriano (Hernández-Ayala, 2009; cómo se citó en Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016). Además, esta especie tiene relevancia cultural que se ve reflejada en su uso alimenticio, así como en la cantidad de nombres comunes con los que se le

conoce a lo largo del país, los cuales se refieren a características del basidioma, como lo son la forma y el color (García-Cruz, 2021). Es además utilizado para el tratamiento de diversas afecciones principalmente del sistema digestivo y urinario, ejemplo de ello es su uso como purgante (Estrada-Torres y Aroche, 1987), su consumo en el tratamiento de malestares asociados a los riñones y contra afecciones gastrointestinales, inflamación estomacal, intoxicaciones y gastritis (Bautista-González, 2013); aunque también hay registro de su aplicación como tratamiento para lesiones en la piel (granos) (Bautista-González, 2013), por lo que resulta de amplio interés la investigación de las propiedades nutricionales de la especie *L. índigo*.

Cuantificación de Carbohidratos por la técnica de Nelson-Somogyi:

Con las absorbancias obtenidas para cada una de las concentraciones, se construyó una curva patrón en la que se interpolaron los tubos problema para calcular los mg de glucosa en 100g del cuerpo fructífero de *Lactarius indigo* sometido a dos tratamientos. En la Tabla 5 se puede observar que la cantidad de carbohidratos no tuvo mucha diferencia entre el hongo fresco y el hongo seco.

Tabla 5. Contenido de carbohidratos del cuerpo fructífero de *Lactarius indigo*.

Tratamientos	mg/glucosa/100 g del cuerpo fructífero
HS1	176.28
HS2	189.92
HS3	179.27
HF1	182.25
HF2	187.71
HF3	176.19

HS (hongo seco), HF (hongo fresco)

Se obtuvo el promedio de glucosa para las tres muestras de HS y para las tres muestras de HF y se procedió a graficar, tal como se observa en la Figura 6, obteniendo como resultado 181.8268 µg/mL y 179.0562 µg/mL respectivamente.

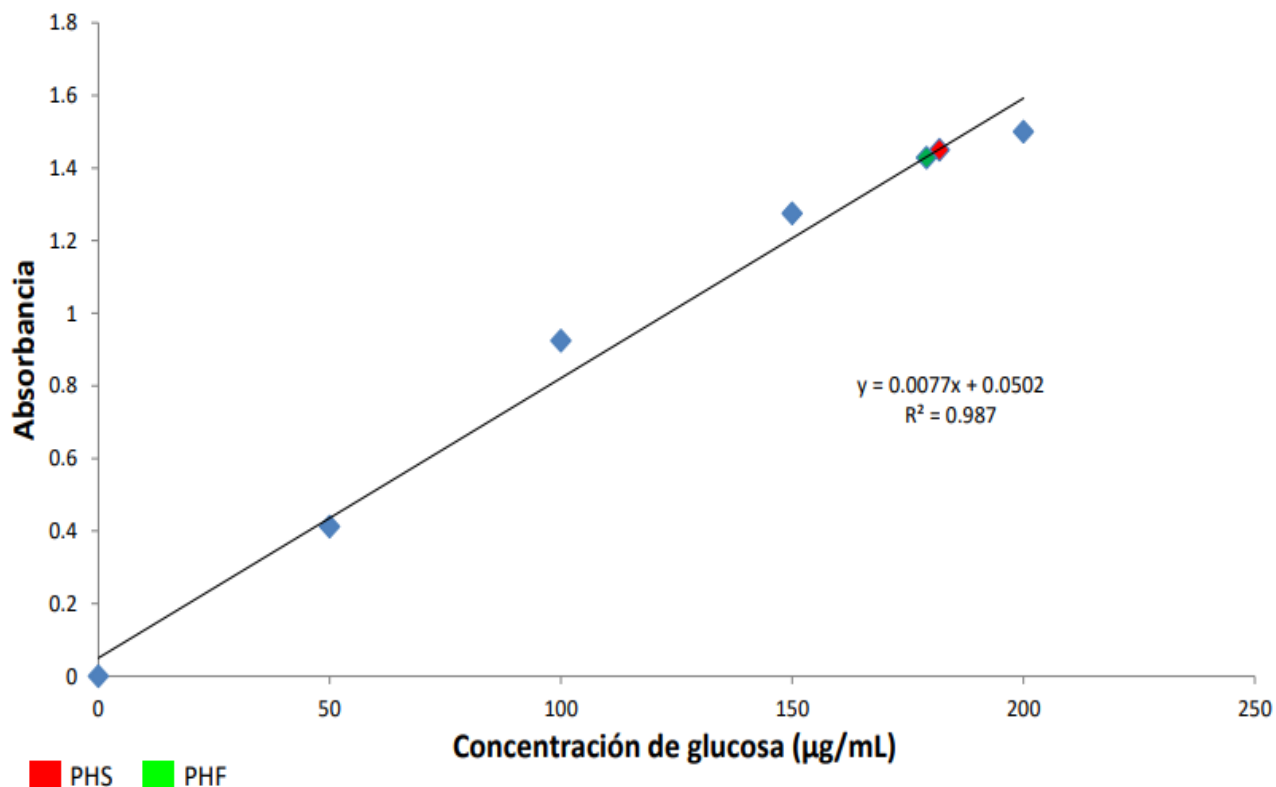


Figura 6. Curva patrón para la cuantificación de carbohidratos por el método de Nelson-Somogyi. PHS (Promedio de glucosa de hongo seco); PHF (Promedio de glucosa en hongo fresco).

Generalmente los carbohidratos son el componente predominante en los hongos (Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016; Moctezuma-Perez, 2014; Barros *et al.*, 2007; Nakalembe *et al.*, 2015; Gómez-Flores *et al.*, 2019), en este caso, la cantidad de carbohidratos reductores representaron el compuesto menos abundante en comparación al resto de biomoléculas, con poca diferencia entre los dos tratamientos utilizados.

Cuantificación de Proteínas solubles por el método de Bradford

Se realizó una curva patrón para cuantificar proteínas por el método de Bradford, utilizando BSA como estándar de referencia (Figura 7).

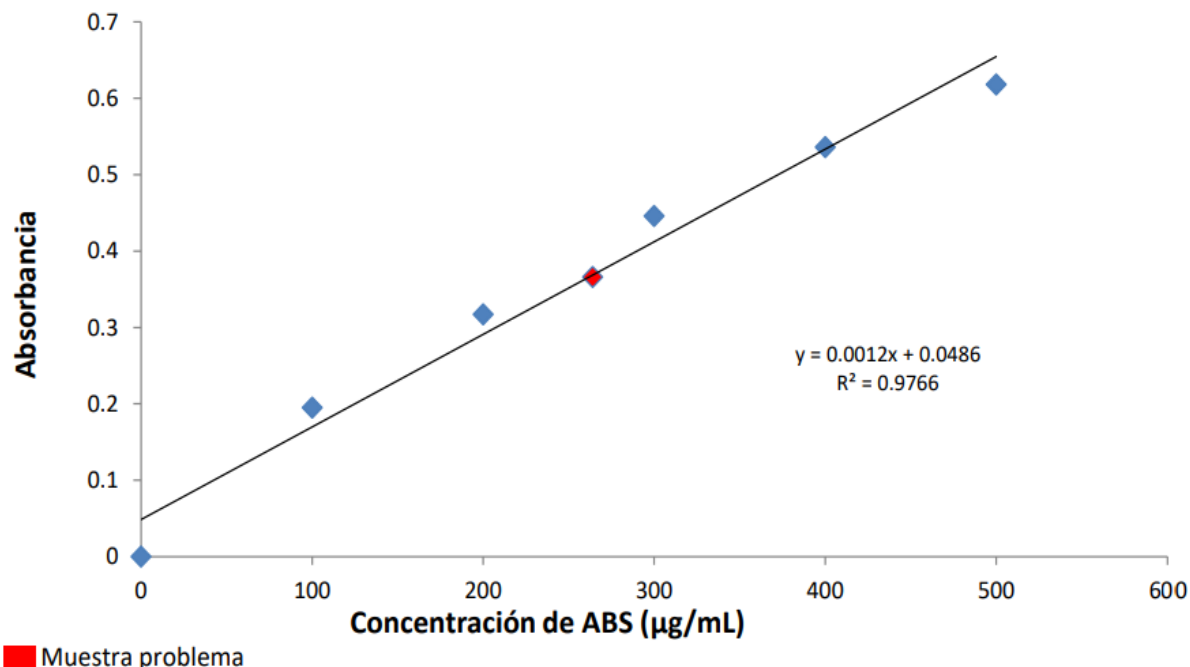


Figura 7. Curva patrón para cuantificar proteínas por el método de Bradford.

Se calculó que el cuerpo fructífero de *Lactarius indigo* contiene 264.17 µg/g de proteínas en un gramo de hongo fresco y 25 mL de solución, lo que corresponde a 13208.5 µg de proteína por gramo de hongo fresco.

El contenido de proteínas de *L. indigo* es mayor al de carbohidratos, lo cual lo podría colocar como un sustituto efectivo de la carne, con valor nutritivo comparado con especies vegetales (González-Díaz, 2016; Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016).

Cuantificación de lípidos por maceración dinámica con hexano

Se determinó un total de 0.056 g de lípidos en un gramo de hongo seco.

Un bajo contenido de lípidos en los hongos es ventajoso para la salud (Günç *et al.*, 2013; Greeshma *et al.*, 2018; Falcón-García, 2019), el resultado obtenido en esta investigación es ligeramente superior a lo registrado en otras especies (cercano al 3%) (Falcón-García, 2019).

Determinación del ácido Ascórbico (Vitamina C)

De la extracción y respectiva cuantificación del ácido ascórbico usando una curva patrón de la solución stock de ácido ascórbico (100 µg/mL) (Figura 8) y midiendo la absorbancia a 760 nm, se pudo determinar que la muestra de *Lactarius indigo* contiene 17.8947 µg/g de este compuesto.

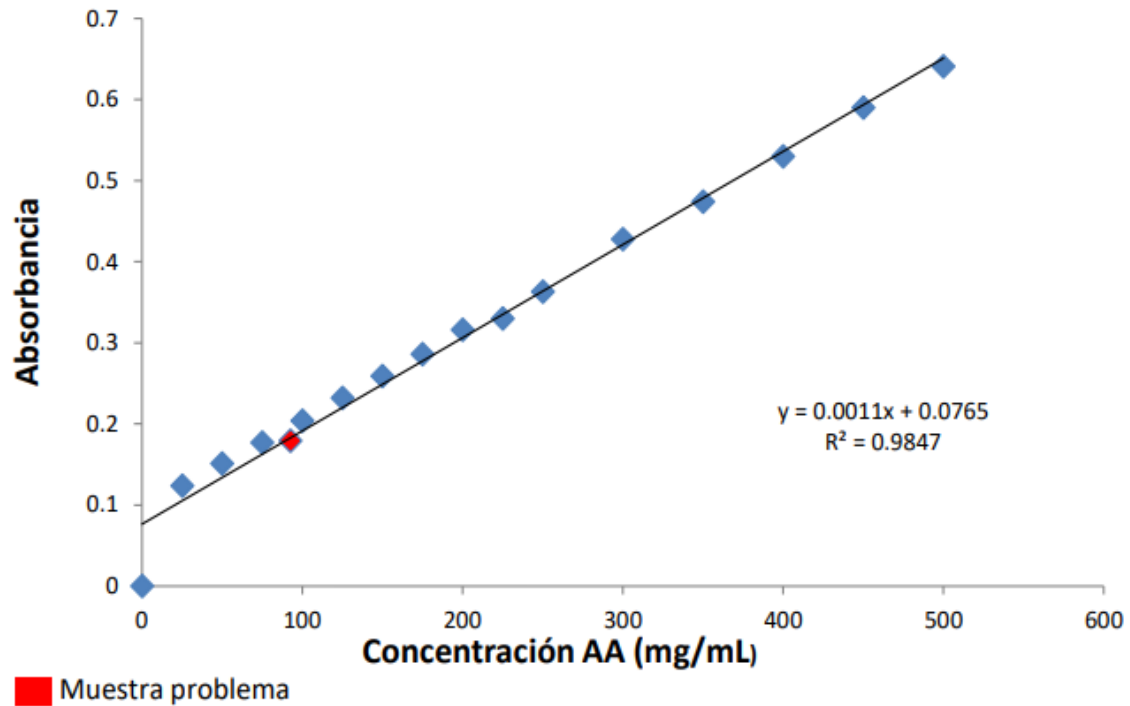


Figura 8. Curva patrón para cuantificar ácido ascórbico.

El consumo de vitamina C es esencial en una correcta dieta humana, en este estudio se encuentra en cantidades moderadas pero superiores a las reportadas en otras investigaciones (Caglarlrmak *et al.* 2002; Nakalembe *et al.* 2015) por lo que *L. indigo* podría ser una efectiva fuente de vitamina C.

Determinación de metabolitos secundarios:

Fenoles totales:

Para la realización de la prueba se tomaron dos muestras del extracto de *L. indigo*, de 250 µL y 500 µL; de la extracción y respectiva cuantificación de fenoles usando una curva patrón de ácido gálico (AG) (Figura 9), la concentración resultó ser de 0.053 y 0.0991 mg eAG/g.

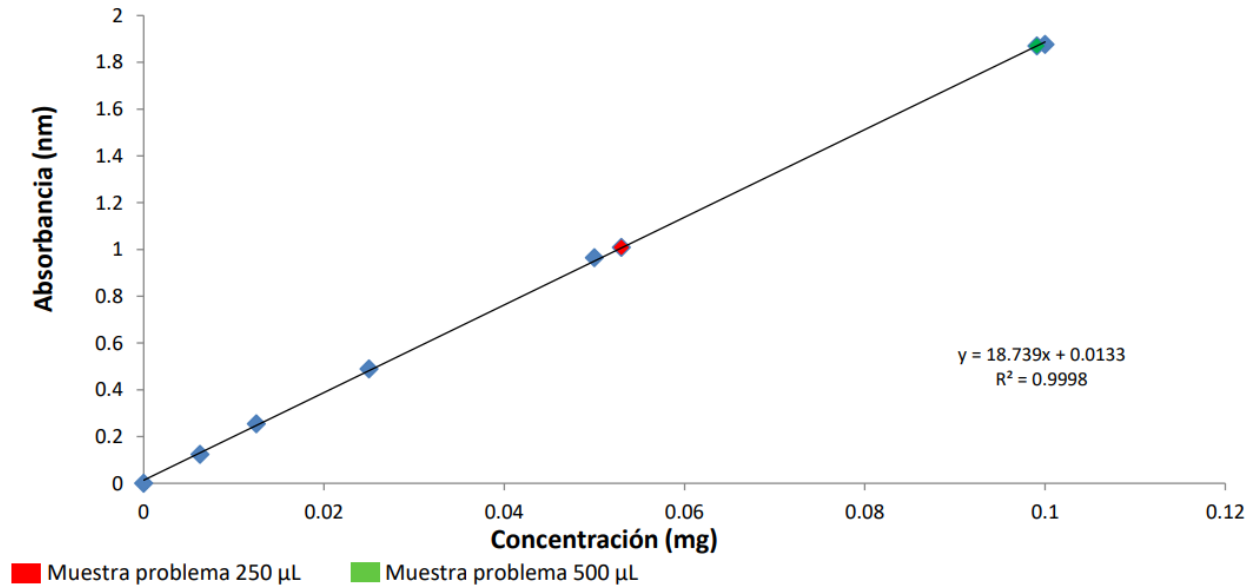


Figura 9. Curva patrón de ácido gálico para cuantificación de fenoles.

Se obtuvo el promedio de ambas muestras y se determinó una concentración de 41.02 mg eAG/g de extracto.

Los fenoles ofrecen un amplio espectro de propiedades fisiológicas (Ferreira *et al.*, 2009), por lo que un alto contenido de este componente resulta beneficioso. En esta investigación se encontró un contenido de fenoles totales superior a lo registrado en otros estudios (Yahia *et al.* 2017; Espejel-Sánchez, 2018).

Los resultados de la cuantificación de biomoléculas se observan en la Tabla 6, donde se puede ver que cada gramo del cuerpo fructífero de *Lactarius indigo* contiene 0.0551% de carbohidratos, 1.321% de proteínas, 5.6% de lípidos, 0.089% de vitamina C y 4.102% de fenoles.

Tabla 6. Concentración de biomoléculas en 1g de hongo.





Biomoléculas	Peso (mg)	%
CHO	0.54261*	0.0543*
	0.551**	0.0551**
Proteínas	13.21	1.321
Lípidos	56.0	5.6
Vitamina C	0.8947	0.089
Fenoles	41.02	4.102


*Hongo fresco

**Hongo seco

Detección de compuestos fenólicos por cromatografía en capa fina

Tabla 7. Detección de compuestos fenólicos.

Fase móvil	Revelador	Detección	Imagen
Acetato de etilo:metanol 1:2	Sulfato cérico	Compuestos orgánicos	
Metanol	Cloruro férrico	Fenoles positivo	
Metanol	Cloruro de aluminio	Flavonoides no detectados	
Metanol	Reactivo de Dragendorff	Alcaloides positivo	

Metanol	Gases de amoniaco	Cumarinas positivo	
---------	-------------------	--------------------	---

*Se señaló con un círculé las zonas de presencia de metabolito.

*Pese a no existir detección visual de flavonoides se recomiendan pruebas de cuantificación para descartar bajas cantidades.

Discusión

Conocimiento Micológico Tradicional

Los resultados del estudio son innovadores, pues, aunque existen trabajos relacionados con la documentación de hongos silvestres para zonas cercanas a Nicolás Romero en el Estado de México, como es el caso de las investigaciones realizadas por Estrada-Torres y Aroche, 1987, quienes documentaron el conocimiento y usos de los hongos en comunidades del municipio de Acambay, registrando nombres locales para 55 especies de macromicetos; Lara-Vázquez *et al.*, 2013; registraron en la comunidad otomí de San Pedro Arriba; Temoaya, que los nombres tradicionales asignados a los hongos de la región se asignan acorde a la similitud que tienen con diversos objetos como trompeta, cigarro o florero y a comidas como pambazo o bombón, seguidos de los nombres asignados conforme a color, hábitat, forma, toxicidad, etc., también se menciona la distinción entre aquellos hongos útiles como alimento y aquellos que pueden ser peligrosos; de igual forma, Marín-Ávila, 2018, documentó que en Tlazala y zonas aledañas, la asignación de nombres para cada hongo hace referencia a su morfología, color, forma, aroma, lugar de crecimiento, tipo de vegetación donde se desarrollan y en ocasiones a los árboles a los que están asociados, destacando que en algunos casos el mismo nombre común es mencionado para varias especies; Bautista-Bautista, 2019, realizó una exploración bibliográfica en la cual se registraron 121 taxones de hongos empleados de manera tradicional en el país, incluyendo su forma de preparación y aplicación. Además, registró el conocimiento tradicional vigente de hongos medicinales en los municipios de Acambay, Morelos, Acaxochitlán, San Pablo del Monte, y la zona tseltal de Los Altos de Chiapas; por mencionar algunos ejemplos, no se había reportado documentación para el tianguis de la cabecera del municipio de Nicolás Romero. Tal como en muchas comunidades del centro de México, a las personas que tienen un amplio conocimiento sobre los HCS, se les conoce en la propia comunidad como

hongueros (Bautista-Bautista, 2019), llevan a cabo un papel determinante en las investigaciones que rodean la transmisión de los conocimientos etnomicológicos, diversos autores recurren a las personas recolectoras en la búsqueda de una documentación precisa en torno a dinámicas y prácticas como la recolección de hongos silvestres destinados a venta y al autoconsumo, se pueden citar trabajos como los realizados por Estrada-Torres y Aroche (1987), Villarreal-Ruiz y Perez-Moreno (1989), Villarreal-Ruiz (1997), Mariaca-Méndez *et al.* (2001), Alavez-Vargas (2006), Burrola-Aguilar *et al.* (2012), Lara-Vázquez *et al.* (2013), Contreras-Cortés *et al.* (2018). Se entrevistó a un colaborador clave, en otros trabajos realizados en el país se reconoce a las mujeres de las comunidades como las que se involucran mayormente en los procesos de recolecta y venta de HCS, tal es el caso de los realizados por Mariaca-Méndez *et al.* (2001), Ruan-Soto *et al.* (2006) y Burrola-Aguilar *et al.* (2012), no obstante, en esta ocasión el género del informante reconocido como sabedor de los hongos fue masculino.

La realización de este estudio permite saber que la transmisión de los conocimientos tradicionales respecto a los hongos silvestres y su recolección es transmitida de generación a generación y esencialmente familiar, lo que coincide con lo registrado por diversos autores como son Mapes *et al.* (1981), Estrada-Torres y Aroche (1987), Villarreal-Ruiz (1997), Marín-Ávila (2018) y Bautista-Bautista (2019), no así toda la información respecto a su consumo, que es compartida al momento de la venta, convirtiéndose en cierto punto en una transmisión de conocimiento colectiva, el entrevistado indicó que en diversas ocasiones explica a los compradores los distintos modos de preparación de los ejemplares, esto coincide con múltiples investigaciones que muestran al conocimiento micológico tradicional como colectivo, perteneciente a toda la comunidad más que un proceso educativo elitista como lo es en muchas ocasiones el conocimiento científico (Servín-Campuzano y Alarcón-Chaires, 2018). El recurso fúngico es considerado importante en la búsqueda de un alimentación basta y como una fuente de ingresos económicos para algunas familias, las salidas al bosque se realizan con varios miembros de la familia, y suelen ser constantes aunque no bien definidas ya que la cantidad de veces que se asiste a recolectar depende directamente de la venta diaria de los hongos, esta afirmación es mencionada también en otras comunidades del centro de México, donde la recolección de hongos silvestres es considerada una actividad importante en la que se invierten una cantidad considerable de horas (Mapes *et al.*, 1981; Montoya *et al.*, 2001 y Bautista-Bautista, 2019).

Con relación a la fenología, el entrevistado reconoció que los hongos silvestres crecen desde finales de mayo, aunque preferentemente de junio a octubre. Los recolectores saben en qué momento de la temporada de lluvias crecen, además, mencionó que algunos hongos aparecen solos cuando hay lluvias constantes aunque esté fuera de la temporada reconocida de fructificación, misma afirmación que ha sido registrada por

autores como Mariaca *et al.* (2001), Montoya-Esquivel *et al.* (2003), Garibay-Orijel *et al.* (2006), Marín-Ávila (2018) y Bautista-Bautista (2019). El honguero hizo hincapié en que los hongos requieren de mucha humedad para desarrollarse, reconoce sitios donde se encuentran en mayor abundancia, información que no comparte con otras personas dedicadas a la recolección, pero no duda en compartir con los miembros de su núcleo familiar y con aquellas personas que busquen comenzar la recolección para autoconsumo; esto coincide con la investigación realizada por Marín-Ávila (2018) en donde se señala que reservar esta clase de información asegura volúmenes de recolección mayores tanto para la venta como para el autoconsumo.

La dinámica de preparación para la venta de los ejemplares es coincidente con lo registrado por Contreras-Cortés *et al.* (2018), posterior a la recolección, los hongos son seleccionados por la familia, buscando cuerpos fructíferos completos, con pocas o ninguna ruptura, además, el honguero comentó que previo a la venta, se separan en “montoncitos” los hongos de un mismo tipo, los precios de dichos montoncitos varían entre los \$20.00 y \$30.00 generalmente, aunque dependiendo de la especie suelen ser más elevados los precios acorde a la dificultad de encontrarlos; también hay diferencias en los tamaños de dichos “montoncitos” y en la cantidad de ejemplares que incluyen, del mismo modo, esta característica dependerá de la dificultad de su recolección, su escasez y que tan solicitados sean. Es decir, la abundancia percibida de los ejemplares afecta al precio de los mismos, entre mayor sea la cantidad de hongos de cierta especie, menor será el precio de venta, información también señalada por Bautista-Bautista en 2019 para la comunidad de Santa Ana Jilotzingo, estado de México.

Por otra parte, dado que la abundancia de nombres que se les da a los hongos es uno de los indicadores más importantes del papel que juega este recurso en una comunidad, se dice que a mayor número de nombres registrados, mayor conocimiento sobre estos (Berlín, 1992), por ello, podemos deducir que en la comunidad de San Pedro Nicolas Romero, estado de México, los hongos resultan un factor relevante en la vida cotidiana de las personas, al registrarse 41 nombres comunes, correspondientes a al menos 22 taxas.

Tabla 8. Relación nombre tradicional-especie.

Nombre tradicional	Taxa	Relación nombre tradicional-especie
<ul style="list-style-type: none"> ● Yema ● <u>Amarillo</u> 	<i>Amanita caesarea</i>	2:1
Mantecoso	Tricholomataceae	1:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Azul 	<i>Lactarius indigo</i>	4:1

<ul style="list-style-type: none"> ● Azulejo ● Enchilado azul ● Oreja azul 		
<ul style="list-style-type: none"> ● Clavito de encino ● Clavito 	Entolomataceae	2:1
Patita de pájaro	<i>Ramaria sp.</i>	1:1
Fideo	<i>Ramaria sp.</i>	1:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Chora ● Chorita 	<i>Ramaria sp.</i>	2:1
Chicharrón	<i>Gyromitra esculenta</i>	1:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Pancita ● Morilla ● Chipotle 	<i>Morchella sp.</i>	3:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Oreja de cerdo ● Oreja roja 	Hypocreaceae	2:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Oreja blanca ● Trompa de puerco 	<i>Russula brevipes</i>	2:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Cema ● Panadero ● Cema de ocote 	<i>Boletus edulis</i>	2:1
Bolombos	Boletaceae	1:1
Morqueño	Russulaceae	1:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Enchilado ● Colorado 	<i>Lactarius sp.</i>	2:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Burundangas ● Bola de tierra 	<i>Lycoperdon sp.</i>	2:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Pericón ● <u>Amarillo</u> ● Duraznillo ● Trompeta amarilla 	<i>Cantharellus cibarius</i>	4:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Amontonado ● Clavito grande 	Lyophyllaceae	2:1
Cardas cafes	<i>Albatrellus ellisii</i>	1:1

<ul style="list-style-type: none"> ● Setas ● Oreja blanca de árbol 	<i>Pleurotus sp.</i>	2:1
Huitlacoche	<i>Ustilago maydis</i>	1:1
<ul style="list-style-type: none"> ● Champiñón ● Común 	<i>Agaricus sp.</i>	2:1

La asignación de nombres comunes en los HCS en esta zona, se desarrolla con base a la cosmovisión que los colectores tienen sobre estos organismos y el entorno en que se desarrollan, respondiendo a la necesidad de organizar y clasificar, evidenciando la importancia que tienen los hongos en la vida cotidiana de los pobladores (Bautista-Bautista, 2019). En general los resultados obtenidos son similares a lo reportado en investigaciones previas en México, donde se ha reportado que las principales características que se toman en cuenta para la asignación de nombres son la forma, color, olor, sabor, lugar de crecimiento y asociación vegetal (Montoya-Esquivel, 1997; Alavez-Vargas, 2006; Burrola-Aguilar *et al.*, 2012; Lara-Vázquez *et al.*, 2013, Marín-Ávila, 2018; Bautista-Bautista, 2019). En la Tabla 8 se observa la relación nombre tradicional-taxa donde se reporta un máximo de 4 nombres comunes reportados para un solo taxón, es el caso del hongo *Lactarius indigo*, que corresponde a cuatro nombres comunes diferentes, todos ellos haciendo referencia al característico color azul de dicha especie y el hongo *Cantharellus cibarius*, cuyos nombres tradicionales “amarillo” y “trompeta amarilla” hacen referencia al color que suelen presentar los ejemplares, mientras que “duraznillo” se relaciona al olor que presenta, “pericón” podría también estar relacionado al color amarillo que presenta el hongo, sin embargo no hay una referencia exacta. A su vez, se encontró un mismo nombre tradicional coincidente con dos taxas, “amarillo”, puede hacer referencia tanto al hongo *Amanita caesarea* como al mencionado *Cantharellus cibarius*, ambos tiene en común el llamativo color que referencia al nombre, sin embargo es fácil distinguir ambos con su morfología, pues es de lejos diferente.

Acorde a la clasificación propuesta por Pottier (1992), los nombres tradicionales documentados en este estudio se organizan de la siguiente manera, de los 41 nombres, 27 corresponden a nombres primarios simples, 13 corresponden a nombres secundarios y solamente 1 pertenece a los nombres primarios improductivos (Tabla 9) (Pottier, 1992, como se citó en Bautista-Bautista, 2019).

Tabla 9. Nombres primarios y secundarios de los hongos que se venden en la cabecera municipal de Nicolás Romero.

Nombres primarios simples

Amarillo	Chipotle	Huitlacoche
Amontonado	Chora	Mantecoso
Azul	Chorita	Morilla
Azulejo	Clavito	Morqueño
Bolombos	Colorado	Panadero
Burundangas	Común	Pancita
Cema	Duraznillo	Pericón
Champiñón	Enchilado	Setas
Chicharrón	Fideo	Yema
Nombres primarios improductivos		
Trompa de puerco		
Nombres secundarios		
Bola de tierra		
Cardas cafés		
Cema de ocote		
Clavito	<ul style="list-style-type: none"> ● Clavito de encino ● Clavito grande 	
Enchilado azul		
Orejas	<ul style="list-style-type: none"> ● Oreja de cerdo ● Oreja roja ● Oreja blanca ● Oreja blanca de árbol ● Oreja azul 	

Patita de pájaro
Trompeta amarilla

La comparación entre el número de nombres comunes identificados en este estudio con los registrados en otras investigaciones dentro del país se torna compleja debido a la heterogeneidad de las condiciones de las diferentes comunidades donde se han realizado trabajos de este corte (tipo, tamaño y dinámica poblacional, tipo de vegetación), ya que estos factores determinan la forma en que se aprovechan los HCS (Marín-Ávila, 2018; Bautista-Bautista, 2019). Sin embargo, se puede conjeturar que la cantidad de 41 nombres tradicionales registrados en esta investigación es promedio, en comparación con otras investigaciones donde es mayor el número de informantes y tianguis tomados en cuenta, como son diferentes trabajos realizados también en México, tal es el caso del llevado a cabo en San Pedro Nexapa, en el municipio de Amecameca, donde Valencia-Flores (2006) documentó 51 nombres tradicionales, entrevistando un total de 46 hongueros; Montoya-Esquivel *et al.* (2001) hizo registro de 91 nombres populares en un estudio realizado para 3 mercados ubicados en el estado de Tlaxcala; Villarreal-Ruíz y Pérez-Moreno (1989) asentaron 70 nombres tradicionales para 10 mercados en el estado de Veracruz, Contreras-Cortés *et al.* (2018) registró 45 nombres comunes en una comunidad al noroeste de Puebla, con el apoyo de 4 hongueros.

La amplia cantidad de estudios etnomicológicos en que se incluyen listados de nombres comunes o se hace mención a la clasificación proporcionada por las comunidades recolectoras o consumidoras, indica nuevamente la importancia que representa la existencia de la nomenclatura folklórica, siendo muchas veces un claro indicativo de cuanto prevalecen los conocimientos tradicionales, así como las implicaciones culturales y/o ambientales que derivan de las relaciones entre los hongos y el hombre en el tiempo y espacio (Moreno-Fuentes *et al.*, 2001). Así tal, como el propio concepto lo indica, la nomenclatura tradicional está respaldada por la propia cultura de las comunidades.

En trabajos previos como los desarrollados por Aguilar-Pascual (1988); Villarreal-Ruíz y Pérez-Moreno (1989); Palomino-Naranjo (1990); Ruan-Soto *et al.* (2004); Alavez-Vargas (2006); Estrada-Martínez *et al.* (2009); Hernández-Rico y Moreno-Fuentes (2010); Contreras-Cortés *et al.* (2018); así como en el presente trabajo, el estudio de hongos apoyado en mercados/tianguis, permitió obtener un conocimiento más refinado y preciso sobre la transmisión de conocimiento, las dinámicas de comercialización a pequeña escala así como la presencia de los macromicetos en la dieta humana. Los diferentes trabajos etnomicológicos desarrollados en mercados en México permiten percibir la importancia de la recolección de hongos como fuente de alimento y actividad económica para las familias (Ruan-Soto *et al.*, 2004; Bautista-Bautista, 2019).

Si la cantidad de hongos encontrados en el tianguis de la cabecera municipal de Nicolás Romero se compara con los reportados en otros mercados, como en el estado de Veracruz que registró 40 especies (Villarreal-Ruíz y Pérez-Moreno, 1989); en cuatro mercados en el Estado de México con 34 taxas (Mariaca-Méndez *et al.*, 2001); en el estado de Tlaxcala con 52 especies (Montoya-Esquivel *et al.*, 2001); en Puebla y el Estado de México que alcanzó 65 especies (Estrada-Martínez *et al.*, 2009); en un mercado de Amanalco, Estado de México con 38 especies (Burrola-Aguilar *et al.*, 2012), y en un mercado al Noroeste de Puebla con solo 21 especies (Contreras-Cortés *et al.*, 2018), el número de 22 taxa registrados aquí resulta relativamente bajo, sin embargo, este número puede ser aumentado si se realiza una identificación más exhaustiva para los diferentes cuerpos fructíferos que son comercializados ya que en ocasiones las similitudes morfológicas entre hongos hacen pasar desapercibidas las diferentes especies, además se podría aumentar el número de taxas si se extiende el trabajo a recorridos en zonas boscosas y en un mayor lapso de tiempo, ya que muchas especies no generan esporas en años y/o meses consecutivos (Garibay-Orijel *et al.*, 2009).

Las especies destacadas durante la entrevista, consideradas más valoradas y solicitadas, así como las que se identifican con mayor cantidad de nombres comunes fueron *Cantharellus cibarius* y *Lactarius indigo*, cuyo precio por “montoncito” se encuentra en general en \$30 pesos mexicanos, se encontró registro de la venta de *L. indigo* en diferentes mercados (Villarreal-Ruíz y Pérez-Moreno, 1989; Montoya-Esquivel *et al.*, 2001; Estrada-Martínez *et al.*, 2009; Burrola-Aguilar *et al.*, 2012; Lara-Vázquez *et al.*, 2013; Contreras-Cortés *et al.*, 2018), se procedió al análisis de la abundancia de macromoléculas relevantes en la dieta humana.

Carbohidratos

Los hongos se han mantenido como parte de la dieta humana debido a su sabor y olor característicos y recientemente el interés por los HCS se ha intensificado ya que su composición química los hace objetos de estudio desde el punto de vista nutricional. En general los HCS contienen 90% de agua y 10% de materia seca, de los cuales 27-48% son de proteína, alrededor de un 60% corresponde a carbohidratos y 2-8% son lípidos (Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016), dicho contenido varía según la especie; se considera que los HCS, nutricionalmente hablando, se clasifican entre vegetales de alto grado y carne de bajo grado (Jiskani, 2001; Caglarlırmak *et al.*, 2002).

En el caso de los carbohidratos, como las moléculas biológicas más abundantes, están presentes en todos los organismos vivos, desempeñan numerosas funciones esenciales para vivir, actúan como reserva de energía y también como materiales estructurales. Los carbohidratos reductores, representaron el compuesto menos abundante en *Lactarius indigo*, con alrededor de 0.05%, si bien por lo general son el componente

predominante de los cuerpos fructíferos de diversos hongos, como lo mencionan Cano-Estrada y Romero-Bautista (2016) y como lo demuestran Moctezuma-Perez (2014), Barros *et al.*, (2007), Nakalembe *et al.* (2015) y Gómez-Flores *et al.*, (2019), en este estudio se presentó muy por debajo, incluso se presentó una amplia diferencia en comparación a otros estudios realizados en la misma especie, Espejel-Sánchez (2018) reportó 45.95% de carbohidratos presentes en *L. indigo* colectados en Zacapoaxtla, en el estado de Puebla. Esto puede deberse a que las características nutricionales dependen muchas veces de las condiciones de cultivo, riego, fructificación y almacenamiento del hongo, así como la parte del organismo de donde se toma la muestra, cantidad de nitrógeno disponible y acumulaciones de metales (Ao y Deb, 2019), además de que la investigación de Espejel-Sánchez (2018) expone sus resultados respecto a carbohidratos totales, mientras que el presente estudio cuantificó únicamente carbohidratos reductores, en esta investigación las amplias diferencias pueden deberse también a que el porcentaje de carbohidratos está referido al cuerpo fructífero entero (100%), mientras que en otras investigaciones, el contenido total de las diversas macromoléculas se expresa en comparación a la materia seca de cada cuerpo fructífero (aprox. 10%), esto puede verse reflejado también al comparar con otras investigaciones que basaron sus resultados en cuanto a materia seca, tal es el caso de los hongos *Astraeus hygrometricus*, *Amanita caesarea*, *Pisolithus tinctorius*, *Laccaria laccata*, con 89.2%, 58%, 69.1% y 67.8%, respectivamente (Gómez-Flores *et al.*, 2019), con amplias diferencias aún en comparación a investigaciones que registraron valores relativamente bajos, por ejemplo, en un listado de 11 especies Ao y Deb (2019) documentaron a *Schizophyllum commune* como el hongo con menor cantidad de carbohidratos reductores, presentándose en un 5.31%, por otra parte, Caglarlrmak *et al.* (2002) registraron a *Lactarius piperatus* como la especie con menos carbohidratos totales en un estudio comparativo de tres especies, cuantificando una presencia del 6.5%.

Los HCS se caracterizan por un alto contenido de humedad en los cuerpos fructíferos, ello sumado a la actividad de enzimas catalíticas dan como resultado una vida útil relativamente corta, es debido a ello que tratamientos como el secado y la congelación han sido ampliamente utilizados en la búsqueda de un mayor tiempo de almacenamiento y una extensión del consumo de estos organismos, buscando su inclusión en la dieta diaria en más allá de una sola estación del año (Barros *et al.*, 2007). En este estudio, la cuantificación de carbohidratos se realizó en los dos tratamientos mencionados, con resultados que no indicaron una diferencia amplia entre uno y otro tratamiento, mostrando una diferencia de apenas 2.7706 µg/g (HS 181.8268 µg/g y HF 179.0562 µg/g), siendo el hongo seco el que mostró mayor cantidad de carbohidratos, contrario a lo señalado por Barros *et al.* (2007) y Moctezuma-Perez (2014) que referían que al recibir tratamientos como la cocción y durante el secado los carbohidratos disminuyen.

Proteínas

Las proteínas son un componente esencial presente en todos los seres vivos, son de diferentes tipos y con diferentes funciones, pudiendo ser enzimas, componentes estructurales de células y tejidos y factores controladores de la expresión génica (Lawrence, 2003; McMurry, 2008), pueden tener efectos antibacterianos, antioxidantes, inmunoestimulantes, antitrombóticos y antiinflamatorios, también se relacionan con la prevención y tratamiento de la hipertensión, diabetes y hepatitis (Bernal *et al.*, 2011), estos efectos hacen que las proteínas sean importantes como nutrientes; se incluyen entre los principales compuestos de los hongos (Agrahar-Murugkar y Subbulakshmi, 2005), con una digestibilidad tan alta como 83%, debido a ello, se considera que se pueden utilizar para cerrar la brecha de desnutrición proteica, comparándose favorablemente con las fuentes alimenticias de carne, huevo y leche, siendo especialmente útiles para personas diabéticas y con dietas vegetarianas (Caglarlrmak *et al.*, 2002; Wani *et al.*, 2010).

El contenido total de proteínas en los hongos está influenciado por muchos factores, entre ellos el tipo de hongo, la etapa de desarrollo, la parte del organismo de donde se toma la muestra, condiciones climáticas, cantidad de nitrógeno disponible, acumulaciones de metales y el lugar de recolección (Ao y Deb, 2019). En este estudio, se observó que el contenido de proteínas de la especie *Lactarius indigo* era más rico que el de carbohidratos, lo cual es similar a informes anteriores para otras especies (Ao y Deb, 2019), se encontró un porcentaje de 1.321% de proteínas solubles, el alto contenido proteico en comparación al contenido de carbohidratos (HF 0.0543% y HS 0.0551%) reafirma la idea de que los hongos son un sustituto efectivo de la carne y su valor nutritivo puede ser comparado con el de muchas especies vegetales (González-Díaz, 2016; Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016). Sin embargo, al comparar el contenido de proteínas en este estudio con otras investigaciones, el valor obtenido es considerablemente bajo, esto puede deberse a los factores mencionados previamente y, en este caso, a la aplicación de técnicas diferentes en la medición de proteínas como el uso del reactivo Folin-Fenol (Ao y Deb, 2019), que presenta diferencias en comparación al método de Bradford, utilizado en esta investigación, como menor estabilidad y sensibilidad (Hartree, 1972, como se citó en Cerna *et al.*, 2010). Por otra parte, la amplitud de las diferencias en el contenido de proteínas entre este y otros estudios puede deberse también a que el porcentaje registrado está referido al cuerpo fructífero entero (100%), mientras que en otros estudios, el contenido total de macromoléculas se expresa en comparación a la materia seca de cada espécimen (aprox. 10%). En la Tabla 10 se pueden observar los resultados obtenidos en esta investigación junto a los obtenidos en otros estudios para la misma y otras especies.

Tabla 10. Contenido (%) de proteínas presentes en diferentes especies de hongos.

Especie	Proteínas (%)	Autor
<i>Lactarius indigo</i>	1.321	
<i>Lactarius indigo</i>	23.29	Espejel-Sánchez, 2018
<i>Lactarius indigo</i>	13.42	León-Gúzman <i>et al.</i> , 1997
<i>Ramaria flava</i>	14.47	
<i>Astraeus hygrometricus</i>	1.6	Gómez-Flores <i>et al.</i> , 2019
<i>Amanita caesarea</i>	14.8	
<i>Pisolithus tinctorius</i>	14.4	
<i>Laccaria laccata</i>	15.9	
<i>Lactarius piperatus</i>	2.67	Caglarlırmak <i>et al.</i> , 2002
<i>Cantharellus cibarius</i>	3.1	
<i>Boletus edulis</i>	7.39	
<i>Auricularia auricula-judae</i>	56.92	Ao y Deb, 2019
<i>A. polytricha</i>	42	
<i>Lactifluus piperatus</i>	19.33	
<i>Laetiporus sulfureus</i>	22.73	
<i>Lentinula edodes</i>	43.81	
<i>Lentinus squarrosulus</i>	27.86	
<i>L. squarrosulus</i> var. <i>squarrosulus</i>	18.77	

<i>L. sajor-caju</i>	62.27	
<i>L. tigrinus</i>	31.85	
<i>Schizophyllum commune</i>	24.42	
<i>Termitomyces heimii</i>	60.53	
<i>Termitomyces microcarpus</i>	H 27.42 SH 13	Nakalembe <i>et al.</i> , 2015
<i>T. tyleranus</i>	H 21.77 SH 14.59	
<i>T. clypeatus</i>	H 18 SH 12.76	
<i>Volvariella speciosa</i>	H 19.95 SH 13.84	
<i>Polyporus tenuiculus</i>	H 16.86 SH 11.56	

H: Hongo húmedo SH: Hongo subhúmedo

Vitamina C

Las vitaminas son componentes importantes de los alimentos, forman un grupo diverso de compuestos orgánicos que son necesarios en pequeñas cantidades para el crecimiento y la vida, estos compuestos se aportan como nutracéuticos o alimentos funcionales y se clasifican como hidrosolubles o liposolubles. En los humanos existen 13 vitaminas: 4 liposolubles (A, D, E y K) y 9 hidrosolubles (8 vitaminas B y vitamina C); tienen diversas funciones bioquímicas, algunos fungen como reguladores del metabolismo mineral, reguladores del crecimiento y la diferenciación de células y tejidos, antioxidantes y la mayoría de vitaminas funcionan como precursores de cofactores enzimáticos (Bernal *et al.*, 2011). La Vitamina C o ácido ascórbico (ácido L-ascórbico o L-ascorbato) es soluble en agua y es un nutriente esencial para los seres humanos y otras especies animales, en el desarrollo y regeneración de músculos, huesos, dientes y piel (Arya *et al.*, 1998). Su deficiencia causa la enfermedad conocida como escorbuto, además, es ampliamente utilizada en el tratamiento de ciertas enfermedades como el resfriado común, anemia, trastornos hemorrágicos, cicatrización de heridas e incluso infertilidad, por mencionar algunos casos y como aditivo de alimentos ya que funge como inhibidor de la oxidación de los lípidos, reacción que ocurre entre los ácidos grasos insaturados en los alimentos y el oxígeno e inicia una serie de reacciones que resultan en la formación de radicales libres que, cuando se ingieren, afectan negativamente la salud, además, hay indicios de que protege contra ciertos tipos de cáncer (Cerdá-Olmedo, 1991; Arya *et al.*, 1998; Ramírez-Anguiano, 2009; Bernal *et al.*, 2011;

González-Díaz, 2016).

En este estudio el contenido de vitamina C se encontraba en cantidades moderadas, en un 0.089%, equivalente a 89.47 mg/100g, bastante más alto que el rango de los valores informados en otras especies de hongos, como lo reportado por Caglarlrmak *et al.* (2002), quienes documentaron el ácido ascórbico presente en 3 especies, *Lactarius piperatus* con 6.05mg/100g, *Cantharellus cibarius* con 4.97mg/100g, *Boletus edulis* con 4.21mg/100g; Nakalembe *et al.* (2015) registraron la vitamina C presente en cinco especies de hongos, obteniendo como valores más altos: *Termitomyces microcarpus* SH 14.07mg/100g; *T. tyleranus* SH 14.57mg/100g; *T. clypeatus* SH 17.8mg/100g; *Volvariella speciosa* SH 21.40mg/100 g; *Polyporus tenuiculus* H 18.1mg/100g; se ha señalado que se necesitan hasta 75 mg de vitamina C al día para mantener saturado al cuerpo humano, y pueden mantenerse saludables con cantidades como 25 mg para adultos, 30 mg para adolescentes, 35 mg en el embarazo y 45 mg durante la lactancia (Latham, 2002), por lo que *L. indigo* podría servir como fuente de vitamina C en la dieta humana.

Lípidos

Los lípidos son compuestos orgánicos con diferentes estructuras que incluyen grasas, ceras, esteroides, vitaminas liposolubles, monoglicéridos, diglicéridos, fosfolípidos, carotenoides y otros, todos son hidrofóbicos (Starr *et al.*, 2013; Bernal *et al.*, 2011). Algunas funciones biológicas de los lípidos incluyen almacenamiento de energía, componentes estructurales de las membranas celulares e importantes moléculas de señalización, además de brindar potenciales beneficios para la salud pues ciertos lípidos poseen funciones especiales cuyos principales efectos son los hipocolesterolémicos; pese a que los humanos descomponen y sintetizan lípidos, algunos deben obtenerse a través de la dieta (Bernal *et al.*, 2011), el contenido de lípidos presente en las especies de hongos es bajo, ventajoso para la salud, por lo que el consumo de estos organismos puede ser efectivo en pacientes con diabetes y enfermedades relacionadas con la obesidad (Günç *et al.*, 2013; Greeshma *et al.*, 2018; Falcón-García, 2019).

Se considera que, generalmente, el contenido en lípidos de los hongos comestibles es cercano al 3%, (Falcón-García, 2019), sin embargo, en este estudio alcanza un valor de 5.6%, elevado en comparación a otras investigaciones, incluso tratándose de la misma especie, Espejel-Sánchez (2018) documentó un contenido lipídico de 3.19% para *L. indigo*, esto puede ser debido, al igual que con otros componentes de los hongos, a factores como la etapa de desarrollo del cuerpo fructífero, la parte del organismo de donde se toma la muestra, las condiciones climáticas, acumulaciones de metales, el lugar de recolección, entre otros (Ao y Deb, 2019), del mismo modo, el contenido registrado en esta investigación rebasa lo registrado por Nakalembe *et al.* (2015) para cinco diferentes especies, aún tomando en cuenta únicamente los valores más altos

registrados en dicho estudio para cada especie, siendo dichos valores los siguientes: *Termitomyces microcarpus* H 3.34%; *T. tyleranus* H 3%; *T. clypeatus* H 3.79%; *Volvariella speciosa* H 3.56%; *Polyporus tenuiculus* H 3.23%. Sin embargo, no se puede asumir como factor perjudicial el consumo de *L. indigo* por el hecho de haber encontrado un contenido lipídico ligeramente más elevado que en otros estudios, ya que para ello se tendría que hacer una determinación para identificar de qué lípidos se trata, ya que muchos ácidos grasos pueden prevenir o disminuir la propensión a desarrollar enfermedades inflamatorias y cardiovasculares (Benatti *et al.*, 2004).

Fenoles

Los compuestos fenólicos son moléculas que tienen uno o más grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático, se consideran importantes antioxidantes en la dieta y juegan una serie de funciones metabólicas en los organismos que los contienen, en el crecimiento y reproducción, y en la protección contra patógenos externos y el estrés. Influyen en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, ya que actúan como colorantes, antioxidantes y proporcionan sabor (Peñarrieta *et al.*, 2014). Pertenecen a este grupo los fenoles, taninos, flavonoides, flavonas, isoflavonas, antocianinas, cumarinas y ligninas; los fenoles que encontramos en los alimentos constituyen una fracción muy compleja y su concentración es muy variable, esta depende de muchos factores tales como la variedad o el grado de maduración del organismo (Peñarrieta *et al.*, 2014). Los fenoles ofrecen un amplio espectro de propiedades fisiológicas, teniendo efecto antialérgico, antiinflamatorio, antimicrobiano, antitrombóticos, cardioprotector y vasodilatador (Ferreira *et al.*, 2009). Relacionado a su función más reconocida, como antioxidantes, sus propiedades benéficas van desde la inhibición de la propagación del cáncer, prevención de la arteriosclerosis, embolias, o procesos inflamatorios y ataques al corazón (González-Díaz, 2016), ya que pueden eliminar radicales libres y especies reactivas de oxígeno, cuyo exceso puede dañar los lípidos celulares y las proteínas, afectando el funcionamiento normal y provocando diversas enfermedades (Ferreira *et al.*, 2009).

En esta investigación se encontró un contenido de fenoles totales de 4.102%, es decir 41.02 mg EAG/g, notablemente superior a lo registrado por Yahia *et al.* (2017), quienes encontraron que el contenido de fenoles en *L. indigo* correspondía a 56.50 mg EAG/100g (base seca), de igual forma, Espejel-Sánchez (2018) registró un valor de apenas 2.92 mg EAG/g para la misma especie. Las diferencias observadas en el contenido de fenoles podrían deberse a las condiciones de crecimiento (Ao y Deb, 2019) y al método de extracción, por ejemplo Yahia *et al.* (2017) realizaron la determinación del contenido fenólico a partir de hexano/diclorometano (1:1), por su parte Espejel-Sánchez (2018) hizo la extracción con metanol al 80%, mientras que en este estudio la muestra de hongo se disolvió con agua destilada acorde a lo señalado en la técnica utilizada (método modificado de Singleton *et al.*, 1999). De este modo, la elección y

concentración de solvente utilizado pueden tener un efecto importante en la cuantificación de fenoles (Soto-García y Rosales-Castro, 2016).

Los 41.02 mg EAG/g obtenidos en esta investigación se mantienen como el valor más alto aún comparándolo con el contenido registrado para otras especies, como son *H. lactiflorum* y *R. flava*, con 36.44 mg GAE/100g base seca y 53.75 mg GAE/100g base seca, respectivamente (Yahia *et al.*, 2017); por lo que, en el futuro sería adecuado realizar una determinación de fenoles para conocer de cuáles se tratan y qué aplicaciones o beneficios podrían tener, sin dejar de lado que la característica antioxidante de estos compuestos ya es por sí misma un beneficio de incluir la especie *L. indigo* en la dieta diaria.

Detección de compuestos fenólicos por cromatografía en capa fina

La cromatografía en capa fina consiste en la separación de los componentes de una mezcla a través de la migración diferencial sobre una capa fina de adsorbente, retenida sobre una superficie plana, una solución de la muestra que va a ser analizada se aplica por medio de un tubo capilar sobre la superficie de un adsorbente inerte (gel silica, alumina, etc.) (Sharapin *et al.*, 2000), es decir, requiere una fase estacionaria y una fase móvil compuesta de uno y varios disolventes conocidos como reveladores químicos, esta técnica permite una amplia variación de condiciones y la posibilidad de utilizar una serie de mezclas de disolventes, la separación requiere en general de 10 a 30 minutos (Walton *et al.*, 1983; Beyer y Walter, 1987); resulta adecuada para la separación de vitaminas, terpenos, esteroides y pigmentos; así como para la de aminoácidos, azúcares, nucleótidos, ácidos nucleicos, alcaloides y medicamentos, entre otros compuestos (Beyer y Walter, 1987).

Los reveladores pueden ser físicos o químicos, gran parte de las placas cromatográficas incluyen como parte de sí un indicador fluorescente que permite la visualización de los compuestos en luz ultravioleta, la presencia de un compuesto activo evita que el indicador absorba la luz, y el resultado es la visualización de una mancha en la placa que indica presencia de un compuesto. En otros casos, para obtener la visualización de los compuestos se requiere un agente revelador que reacciona con los productos adsorbidos, los reveladores pueden ser de carácter general o universal y de carácter específico si se conoce los compuestos que se buscan visualizar (Albella *et al.*, 1993). En el primer caso se incluye al sulfato cerico, que permitió confirmar la presencia de compuestos orgánicos, utilizado en múltiples metodologías sobre el análisis cualitativo de metabolitos y su actividad en diversas plantas mayormente (Gutiérrez-Alcaraz, 2015).

Por otra parte, la “prueba del cloruro férrico” o cloruro de hierro (III) es un revelador tradicional para fenoles, ya que los compuestos fenólicos precipitan en presencia de este compuesto. Esta respuesta se debe a la acción del cloruro férrico como catalizador

de reacciones de alquilación de benceno con un ataque producido por el ion cloruro al hidrógeno del grupo hidroxilo provocando una ruptura de enlace y la unión del grupo fenóxido al hierro, esta técnica permite reconocer la presencia de compuestos fenólicos así como de taninos (Hernández-Carvajal y Luengas-Caicedo, 2013; Coy-Barrera *et al.*, 2014; Toche-Tuesta, *et al.*, 2017; Ochoa-Amado y Sarmiento-Mora, 2018), ya que químicamente los taninos son polímeros de polifenoles, por lo que posterior a la identificación cualitativa podría realizar una determinación para conocer con certeza de qué tipo de compuestos fenólicos se trata. En este estudio la prueba confirmó la presencia de fenoles, que además fueron cuantificados, con un contenido de 41.02 mg eAG/g (Figura 8).

De forma contraria, la prueba con cloruro de aluminio como revelador no mostró ninguna expresión, este método se basa en que el cloruro de aluminio forma complejos estables de ácidos con el grupo cetona en C-4 o bien el grupo hidroxilo en C-3 o C-5 de flavonas y flavonoles, también forma complejos lábiles ácidos con los grupos dihidroxilo en el anillo A o B de los flavonoides, el color del complejo obtenido depende de la relación de iones aluminio en función de las moléculas de flavonoides, además de su patrón de hidroxilación (Méndez *et al.*, 2018), es una prueba común y considerada efectiva (Meneses-Reyes *et al.*, 2008; Lira-Soares *et al.*, 2003), coincidente con los resultados de esta investigación, se ha registrado que los hongos no se consideran como fuentes de flavonoides (Iwalokun *et al.*, 2007), sin embargo, Espejel-Sánchez (2018) registró un contenido de 0.83mg eQ/g (miligramos equivalentes de quercetina por gramo de hongo en base seca) para la especie *L. indigo*, de ello resulta necesario admitir la recomendación de pruebas de cuantificación y/o determinación para descartar bajas cantidades de flavonoides.

Adicionalmente, al utilizar como revelador al reactivo de Dragendorff, se detectó la presencia de alcaloides por la formación de una coloración naranja a rojizo, es una de las técnicas más utilizadas para la detección de estos compuestos (Hernández-Carvajal y Luengas-Caicedo, 2013; Coy-Barrera *et al.*, 2014; Nava-Solis, 2017; Ochoa-Amado y Sarmiento-Mora, 2018), eso confirma lo registrado por Medina-Romero (2018) y Villanueva-Silva (2022) quienes señalaron entre los principales metabolitos secundarios aislados de algunos hongos a los alcaloides, estos compuestos son uno de los grupos de metabolitos más diversos encontrados en los organismos vivos (Alvarado-López, 2005). Los organismos fúngicos sintetizan estos metabolitos en general cuando se presentan condiciones de agotamiento de nutrientes en el medio, diferenciación y esporulación; presentan actividad biológica como antimicrobianos, inmunomoduladores, toxoides, antitumorales, antivirales, etc., lo cual confiere una ventaja para el hongo productor con respecto a la supervivencia en determinado nicho ecológico. Además, los alcaloides representan una gran importancia económica, comercial y biotecnológica como opciones de uso en áreas del procesamiento e inocuidad de los alimentos, control

y sanidad agronómica, remoción del petróleo y cuidados del medio ambiente, además de su participación en la industria farmacéutica no sólo por su actividad antibiótica, sino también por sus propiedades antiolesterolémicas, antiinflamatorias y antihiperoglucémicas; siendo así utilizados en el tratamiento de Parkinson, migraña, insuficiencia cerebro vascular, insuficiencia venosa, como estimulantes uterinos y dopaminérgicos, y como tratamiento en trombosis y embolias (Cortés-Sánchez y Mosqueda-Olivares, 2013).

Adicionalmente, en la utilización de gases de amoníaco como revelador se detectó la presencia de cumarinas, a la luz ultravioleta, estos compuestos presentan fluorescencia variable, de azul a amarillo y a púrpura, que es exaltada en presencia de amoníaco (Herrera-Fuentes *et al.*, 2017). Las cumarinas son un diverso grupo de metabolitos secundarios con múltiples aplicaciones en la medicina y farmacéutica, tienen propiedades antioxidantes, antitrombóticas y vasodilatadoras, antitumorales, anti-VIH, estrogénicas, antibacteriales, entre otras (Ortíz-Pacheco, 2010; Herrera-Fuentes *et al.*, 2017), dando lugar a su uso en el tratamiento de padecimientos como el cáncer o diabetes (Hernández-Chávez *et al.*, 2019); pese a no existir registros de la presencia de cumarinas para la especie *L. indigo*, si los hay para *Amanita rubescens*, *Flammulina mexicana*, *Floccularia aff. luteovirens*, *Gyromitra sp.*, *Morchella sp.*, *Turbinellus floccosus* (González-Morales *et al.*, 2021), *Pleurotus ostreatus* (Carrillo-Lara *et al.*, 2019), *Ganoderma resinaceum*, *G. sessile*, *Trametes versicolor* (Pérez-Acosta, 2022); además, se ha generado el aislamiento de la novobiocina y la cumermicina A1, compuestos derivados de la 4-hidroxi-cumarina, considerados potentes antibióticos provenientes de los hongos del género *Streptomyces* (Ortíz-Pacheco, 2010), es por ello que resultaría adecuado realizar una determinación y cuantificación para conocer qué tipo y que cantidad de cumarinas están presentes en *L. indigo* y así explorar sus posibles aplicaciones en medicina y farmacéutica.

Conclusiones

- Los hongos tienen un amplio uso alimenticio, medicinal, como bioindicadores e incluso en algunos casos los hongos representan recursos en la economía familiar mediante su venta en mercados regionales.
- Los tianguis/mercados son una herramienta útil para acceder al conocimiento micológico tradicional de una zona.
- El conjunto de conocimientos recopilados en esta investigación seguramente no es la totalidad del CMT en la zona, sin embargo, es representativo de lo que sucede fuera de los tianguis/mercados en toda la región.
- Esta investigación puede servir como base para estudios más profundos sobre el aprovechamiento de los compuestos presentes en *L. indigo*.
- Debido al bajo contenido de carbohidratos y lípidos, el consumo de *L. indigo* puede considerarse adecuado para pacientes con ingesta calórica reducida como

- en los casos de diabetes.
- El contenido de Vitamina C, fenoles, posibles alcaloides y cumarinas, indica potencial actividad antioxidante que puede ser evaluada con mayor profundidad en el futuro con base en este estudio.

Referencias

- Agrahar-Murugkar, D. y Subbulakshmi, G., 2005. Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Khasi hills of Meghalaya. *Food Chemistry* 89: 599–603. Recuperado el 14 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://coek.info/pdf-nutritional-value-of-edible-wild-mushrooms-collected-from-the-khasi-hills-of-meg.html>
- Aguilar-Pascual, O., 1988. *Análisis sobre la comercialización de los hongos silvestres comestibles en la Ciudad de México: correlación entre selectividad y valor nutricional*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <http://132.248.9.195/pmig2017/0083337/0083337.pdf>
- Alatorre, E., 1996. *Etnomicología en la Sierra de Santa Marta, Veracruz*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Xalapa, Veracruz. Recuperado el 12 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfC117.pdf>
- Alavez-Vargas, M., 2006. *Conocimiento micológico tradicional en San Miguel Cerezo, Pachuca, Hidalgo: el caso de Boletaceae sensu Chevalier*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <http://132.248.9.195/pd2006/0607113/0607113.pdf>
- Albella, J. M., Cintas, A. M., Miranda, T. y Serratosa, J. M. (coord.), 1993. *Introducción a la ciencia de materiales. Técnicas de preparación y caracterización*. Madrid, CSIC. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=LQdvFXZ6ndUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Alvarado-López, F., 2005. *Hongos psilocibínicos: un análisis farmacológico, toxicológico y su consecuencia legal*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 10 de octubre de 2022. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptb2011/anteriores/0352428/Index.html>
- Ancona-Méndez, L., Cetz-Zapata G. y Garma-Baéz, P., 2010. Hongos. En: *La biodiversidad en Campeche. Estudio de estado*, G. J. Villalobos-Zapata y J. Mendoza-Vega (coord.). Conabio, Gobierno del estado de Campeche,

- Universidad de Campeche, México. 186-189. Recuperado el 03 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210926213220>
- Andlauer, W. y Furst, P. 2002. Nutraceuticals: a piece of history, present status and outlook. *Food Research International*, 35: 171-176. Recuperado el 27 de octubre de 2021. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00170-X](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00170-X)
 - Ao, T. y Deb, C. R., 2019. Nutritional and antioxidant potential of some wild edible mushrooms of Nagaland, India. *J Food Sci Technol*, 56(2):1084-1089. Recuperado el 14 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6400770/>
 - Arenas, R., 2008. Micología médica ilustrada. 3a ed. México. Interamericana. McGraw-Hill
 - Azcarate, P. G., 2011. Imagen de *Helvella Esculenta* [Figura 1d]. Recuperado el 12 de agosto de 2021. Disponible en: <https://www.fichasmicologicas.com/?micos=1&alf=g&art=80>
 - Arya, S. P., Mahajan, M. y Jain, P., 1998. Photometric Methods for the Determination of Vitamin C. *Analytical sciences*, 14(5):889-895. Recuperado el 12 de agosto de 2022. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/analsci/14/5/14_5_889/pdf
 - Barros, L., Baptista, P., Correia, D., Sá Morais, J. y Ferreira, I., 2007. Effects of Conservation Treatment and Cooking on the Chemical Composition and Antioxidant Activity of Portuguese Wild Edible Mushrooms. *J. Agric. Food Chem.* 55 (12): 4781–4788. Recuperado el 12 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf070407o>
 - Bautista-Bautista, W. K., 2019. *Conocimiento micológico tradicional de los hongos comestibles silvestres de Santa Ana Jilotzingo, estado de México*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 07 de octubre de 2021. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2019/marzo/0787042/Index.html>
 - Bautista-González, J. A., 2013. *Conocimiento tradicional de hongos medicinales en seis localidades diferentes del país*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 07 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2013/mayo/0695021/0695021.pdf>
 - Benatti, P., Nicolai, R., Peluso, G. y Calvani, M., 2004. Ácidos Grasos Poliinsaturados: Propiedades Bioquímicas, Nutricionales y Epigenéticas. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(4):281–302. Recuperado el 22 de septiembre de 2022. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/8400056_Polyunsaturated_Fatty_Acids_Biochemical_Nutritional_and_Epigenetic_Properties

- Berlín, B., 1992. Ethnobiological Classification: Principles of Categorization of Plants and Animals in Traditional Societies. *Journal of ethnobiology*. 13 (1): 144-147. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <https://ethnobiology.org/sites/default/files/pdfs/JoE/13-1/BREthnobiologicalClassification.pdf>
- Bernal, J., Mendiola, J. A., Ibáñez, E. y Cifuentes, A., 2011. Advanced analysis of nutraceuticals. *J Pharm Biomed Anal*. 2011, 25, 55(4):758-74. Recuperado el 14 de septiembre de 2022. Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/35499/3/Advanced_analysis_of_nutraceuticals_Bernal_2011.pdf
- Beyer, H. y Walter, W., 1987. Manual de química orgánica. Alemania. *Reverte*. Recuperado el 24 de septiembre de 2022. Disponible en: https://books.google.com.mx/books/about/Manual_de_qu%C3%ADmica_org%C3%A1nica.html?id=Pm7INZzKlaoC&redir_esc=y
- Burrola-Aguilar, C., Montiel, O., Garibay-Orijel, R. y Zizumbo-Villarreal, L., 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. Recuperado el 04 de octubre de 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802012000100002&lng=es&tlng=es
- Caglarlrmak, N., Unal, K. y Otlés, S., 2002. Valor nutricional de los hongos silvestres comestibles recolectados en la región del Mar Negro de Turquía. *Micología Aplicada Internacional*, 14 (1): 1-5. Recuperado el 12 de agosto de 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/685/68514101.pdf>
- Cano-Estrada, A. y Romero-Bautista, L., 2016. Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista Chilena de Nutrición*, 43 (1), 75-80. Recuperado el 07 de octubre de 2021. ISSN: 0716-1549. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46946023011>
- Carlile, M.J., Watkinson, S.C. and Gooday, G.W., 2001. *The Fungi*. London, UK: Academic Press.
- Cepero, M., Restrepo, S., Franco-Molano, A., Cárdenas, M. y Vargas, N., 2012. *Biología de hongos*. 1a ed. Bogotá: Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias, Departamento de Ciencias Biológicas.
- Cerdá-Olmedo, E., 1991. Producción Industrial de Vitaminas con Hongos. *Doyma*:16-21. Recuperado el 14 de septiembre de 2022. Disponible en: <http://pre.esteve.org/wp-content/uploads/2018/01/136627.pdf>
- Cerna, E., Ochoa, Y., Mendoza, R., Badii, M. H., Gallegos, G. y Landeros,

- J., 2010. Evaluación de métodos de cuantificación de proteínas en *Tetranychus urticae* para su uso potencial en la detección de resistencia a plaguicidas. *Phyton*, 79(2): 147-152. Recuperado el 15 de febrero de 2023. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572010000200006&lng=es&tlng=es.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (SEMARNATH), 2020. Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del estado de Hidalgo (ECUSBEH). CONABIO/SEMARNATH, México. Recuperado el 05 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210930124605>
 - Contreras-Cortés, L., 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. Recuperado en 10 de agosto de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2594-13212018000100047&lng=es&tlng=es.
 - Contreras-Juárez, A., 2018. *Caracterización morfológica y molecular de basidiomicetos de Villa del Carbón, estado de México: detección de compuestos activos de los taxa medicinales*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 29 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2018/mayo/0773683/Index.html>
 - Cortés-Pérez, A., s.f. Imagen de *Lactarius indigo* [Figura 2]. Recuperado el 25 de octubre de 2021. Disponible en: <https://deliciasprehispanicas.com/2020/01/06/los-hongos-azules-una-delicia-que-debes-probar/>
 - Cortés-Sánchez, A. D. J. y Mosqueda-Olivares, T., 2013. Una mirada a los organismos fúngicos: Fábricas versátiles de diversos metabolitos secundarios de interés biotecnológico. *Química Viva*, 12(2):64-90. Recuperado el 27 de octubre de 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86328550002>
 - Coy-Barrera, C. A., Parra, J. y Cuca-Suárez, L. E., 2014. Caracterización química del aceite esencial e identificación preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la especie *Raputia heptaphylla* (rutaceae). *Elementos* (4). Recuperado el 25 de octubre de 2021. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/278020113_Caracterizacion_quimica_del_aceite_esencial_e_identificacion_preliminar_de_metabolitos_s

[ecundarios en hojas de la especie raputia heptaphylla rutaceae](#)

- Cuesta-Cuesta, J., s.f. Imagen de *Amanita muscaria* [Figura 1b]. Recuperado el 29 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://www.amanitacesarea.com/amanita-muscaria.html>
- Díaz-Pérez, A., 2019. *Conocimiento tradicional de los hongos comestibles silvestres, a través de un estudio de caso en San Felipe Hidalgo, Nanacamilpa, Tlaxcala*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 27 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2019/noviembre/0798138/Index.html>
- Domínguez, A. X., 1973. Métodos de investigación fitoquímica. Primera edición. Editorial Limusa. México. 39-44 pp.
- Domínguez, D., Arzaluz, J., Valdés, C., y Romero, N., 2015. Uso y manejo de hongos silvestres en cinco comunidades del municipio de Ocoyoacac, Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(2), 133-143. Recuperado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93941388002.pdf>
- Espejel-Sánchez, K. I., 2018. *Potencial nutracéutico de tres especies de hongos silvestres de la Sierra Norte de Puebla*. [Tesis de maestría], Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado el 12 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/3cfbcc64-7caf-4ceb-a558-79e9a9dc1776/content>
- Esqueda, M., Coronado, M., Gutiérrez, A., Valenzuela, R., Chacón, S., Gilbertson, R. L., Herrera, T., Lizárraga, M., Moreno, G., Pérez-Silva, E. y Van Devender, T. R., 2010. Hongos. En: *Diversidad biológica de Sonora*, F. E. Molina-Freaner y T. R. Van Devender (eds.). UNAM, Conabio, México, D. F. p. 189-205. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://drmartinesqueda.files.wordpress.com/2012/09/esqueda-et-al-cap-hongos-189-2051.pdf>
- Estrada-Martínez, E., Guzmán, G., Cibrián-Tovar, D. y Ortega-Paczka, R., Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la sierra nevada (México). 2009. *Interciencia*, 34 (1): 25-33. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/339/33934104.pdf>
- Estrada-Torres A. y Aroche R., 1987. Acervo etnomicología en tres localidades del municipio de Acambay, Estado de México. *Revista mexicana de micología* 3: 109-131. Recuperado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://www.scientiafungorum.org.mx/index.php/micologia/article/view/691/>

- Falcón-García, G., 2019. *Incremento del contenido en componente bio-activos (ergosterol) en hongos comestibles mediante suplementación dirigida del medio de cultivo y compost. Aplicación al caso del champiñón (Agaricus bisporus)*. [Tesis de doctorado]. Universidad de Sevilla. Recuperado el 22 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91402/Tesis%20Gonzalo%20Falcon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferreira, I., Barros, L. y Abreu, R. M., 2009. Antioxidants in Wild Mushrooms. *Current Medicinal Chemistry*, 16(12):1543-1560. Recuperado el 15 de octubre de 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/267036608_Antioxidants_in_Wild_Mushrooms
- Frutis-Molina, I. y Valenzuela, R., 2009. Macromicetos. En: La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de estado, G. Ceballos, R. List, G. Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano-Quintanar, E. Collado y J. E. San Román (comps.). Gobierno del Estado de México, Biblioteca Mexiquense del Bicentenario, Toluca. 243-249. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/EEB_EDOMEX_baja.pdf
- García-Jiménez, J., 2013. *Diversidad de macromicetos en el estado de Tamaulipas, México*. [Tesis de doctorado]. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/3445/1/1080256810.pdf>
- García-Jiménez, J., Marmolejo, J. G., Valenzuela, R., Raymundo, T., Díaz-Moreno, R., Garza-Ocañas, F. y San Martín, F., 2018. La Biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, 143-153. Recuperado el 03 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929210553>
- Garibay-Orijel, R., 2009. Los nombres zapotecos de los hongos. *Revista Mexicana de Micología* 30: 43-61. Recuperado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v30/v30a5.pdf>
- Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., y Caballero, J., 2006. People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity* 21: 41-67. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: https://www.uv.mx/ethnobotany/caballero_files/Garibay%20et%20al%202006%20People%20using%20macro_fungal%20diversity%20in%20Oaxaca%20Mexico.pdf
- Garibay-Orijel, R., Martínez-Ramos, M. y Cifuentes, J., 2009. Edible

- mushroom sporocarp availability in pine–oak forests in Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80 (2): 521-534. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532009000200022&lng=es&tlng=es.
- Gómez-Flores, L., Martínez-Ruíz, N., Enríquez-Anchondo, I. D., Garza-Ocañas, F., Nájera-Medellín, J. A. y 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*, 22. Recuperado el 12 de septiembre de 2022. Disponible en: <http://tip.zaragoza.unam.mx/index.php/tip/article/view/184/237>
 - Gómez-Reyes, V. M. y Gómez-Peralta, M., 2019. Hongos macromicetos. En: La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2. CONABIO, México, 2: 53-62. Recuperado el 03 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929203856>
 - González, M. S., Peñalosa, C. I. 2000. Biomoléculas (Métodos de Análisis). Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Edo. De México. 256 pp.
 - González-Díaz, M. I., 2016. *Alimentos funcionales obtenidos a partir de hongos nutraceuticos*. [Tesis de grado]. Universidad Tecnológica de Pereira. Química Industrial. Recuperado el 14 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/203773b5-bd5b-467c-b8af-e5fcf667ddd6/content>
 - González-Morales, A., Ribas-Aparicio, R. M. y Burrola-Aguilar, C., 2021. Actividad antioxidante de hongos silvestres consumidos tradicionalmente en el centro de México. *Scientia Fungorum*, 52. Recuperado el 19 de octubre de 2022. Disponible en: <https://www.scientiafungorum.org.mx/index.php/micologia/article/view/1410/1523>
 - Greeshma, A., Sridhar, K. R. y Pavitra, M., 2018. Nutritional perspectives of an ectomycorrhizal edible mushroom Amanita of the southwestern India. *Current Research in Environmental & Applied Mycology* 8(1): 54–68. Recuperado el 19 de septiembre de 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322789829_Nutritional_perspectives_of_an_ectomycorrhizal_edible_mushroom_Amanita_of_the_southwestern_India
 - Günç-Ergönül, P., Akata, I., Kalyoncu, F. y Ergönül, B., 2013. Fatty acid compositions of six wild edible mushroom species. *Scientific World Journal*.

- Recuperado el 19 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3690749/>
- Gutiérrez-Alcaraz, 2015. Comparación química de los extractos de la raíz de *Annona purpurea*. [Tesis de ingeniería], Tecnológico Nacional de México, SEP. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <https://dspace.colima.tecnm.mx/bitstream/handle/123456789/148/ROSA%20MAR%C3%8DA%20GUTI%C3%89RREZ%20ALCARAZ.pdf?sequence=1>
 - Guzmán, G., 1995. La diversidad de hongos en México. *Ciencias* (39):52-57. Recuperado el 01 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.revistacienciasunam.com/es/144-revistas/revista-ciencias-39/1162-la-diversidad-de-los-hongos-en-m%C3%A9xico.html>
 - Guzmán, G., Ramírez-Guillén, F. y Munguía, P., 2003. Introducción a la micobiota del estado de Veracruz (México). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 27: 223-229. Recuperado el 01 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bibdigital.rjb.csic.es/records/item/16105-boletin-de-la-sociedad-micologica-de-madrid-vol-27>
 - Guzmán, G., 2008. Análisis de los estudios sobre los macromycetes de México. *Revista Mexicana de Micología*, 28: 7-15. Recuperado el 19 de septiembre de 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802008000300002&lng=es&tlng=es
 - Hernández-Carvajal, J. E. y Luengas-Caicedo, P. E., 2013. Estudio fitoquímico preliminar de *Cecropia membranacea* Trécul. y *Cecropia metensis* Cuatrec. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(4): 586-595. Recuperado el 16 de octubre de 2022. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000400010&lng=es&tlng=es.
 - Hernández-Chávez, B.M, Pérez-Santiago, A. D., García-Montalvo, I. A. y Sánchez-Medina, M. A., 2019. Evaluación fitoquímica del cultivo in vitro del hongo *Laccaria laccata*. *Revista Ingeniantes*, 2(2): 86-91. Recuperado el 10 de octubre de 2022. Disponible en: <https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes6no2vol2/13.%20Evaluaci%C3%B3n%20fitoqu%C3%ADmica%20del%20cultivo%20in%20vitro%20del%20hongo%20Laccaria%20laccata.pdf>
 - Hernández-Rico, G. N. y Moreno-Fuentes, A., 2010. Hongos comestibles del género *Amanita* en el mercado de Acaxochitlán, Hidalgo, México. *Etnobiología* 8: 31-38. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/219/220>
 - Herrera-Fuentes, I. A., Quimis-Ponce, K. L., Sorroza-Rojas, N. A., García-Larreta, F. S., Mariscal-Santi, W. y Mariscal-García, R. E., 2017.

- Determinación de taninos y cumarinas presente en la planta tres filos (*Baccharis genistelloides*). *Revista Científico-Académica Multidisciplinaria*, Ed. 9, 2(7): 500-522. Recuperado el 22 de octubre de 2022. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/a818/0e999ba344b2cc92aae441f459342c3193ca.pdf>
- INEGI, 1990. Nicolás Romero: cuaderno de Información básica para la planeación municipal. Recuperado el 22 de octubre de 2021. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/920/702825921040/702825921040.pdf
 - INEGI, 2020. Banco de indicadores, Nicolás Romero, México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 22 de octubre de 2021. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=15060>
 - Iwalokun, B. A., Usen, U. A., Otunba, A. A. y Olukoya, D. K., 2007. Comparative phytochemical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus*. *African Journal of Biotechnology*, 6(15): 1732–17. Recuperado el 27 de octubre de 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/27797854_Comparative_phytochemical_evaluation_antimicrobial_and_antioxidant_properties_of_Pleurotus_ostreatus
 - Jagota, S., Dani, H., 1982. A New Colorimetric Technique for the Estimation of Vitamin C Using Folin Phenol Reagent. *Anal. Biochem.* 127, 178-182.
 - Jiskani, M. M., 2001. Energy potential of mushrooms. *The Dawn economic and business review.* 4: 15-21. Recuperado el 12 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.dawn.com/news/1442/energy-potential-of-mushrooms>
 - Kong-Luz, A., 1995. *Estudio taxonómico sobre el género Lactarius (Russulales, Mycetae) en el volcán la Malintzi, Tlaxcala.* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 29 de octubre de 2021. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2014/anteriores/microformas/0222621/Index.html>
 - Lara-Vázquez, F., Romero-Contreras, A. y Burrola-Aguilar, C., 2013. Conocimiento tradicional sobre los hongos silvestres en la comunidad otomí de San Pedro Arriba; Temoaya, Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(3), 305-326. Recuperado el 02 de octubre de 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722013000300003&lng=es&tlng=es
 - Latham, M. C., 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- FAO (29). Recuperado el 14 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s00.htm#Contents>
- Lawrence, E., 2003. Diccionario Akal de términos biológicos (Codes-Valcarce, R. y Espino-Nuño, F. J., Trad.). Pearson Education Limited. (Obra original publicada en 1963)
 - León-Gúzman, M. F., Silva, Y. y López, M. G., 1997. Proximate Chemical Composition, Free Amino Acid Contents, and Free Fatty Acid Contents of Some Wild Edible Mushrooms from Queretaro, Mexico. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(11): 4329-4332. Recuperado el 19 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://eurekamag.com/research/062/643/062643348.php>
 - Licona-Valencia, E., 2014. Un sistema de intercambio híbrido: el mercado/tianguis La Purísima, Tehuacán-Puebla, México. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, 18: 137-163. Recuperado el 29 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/antpo/n18/n18a07.pdf>
 - Lira-Soares, L. A., Bassani, V., Gonzalez-Ortega, G. y Petrovick, P., 2003. Total Flavonoid Determination for the Quality Control of Aqueous Extractives from *Phyllanthus niruri* L. *Acta Farm. Bonaerense*, 22(3): 203-7. Recuperado el 19 de septiembre de 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/272818200_Total_Flavonoid_Determination_for_the_Quality_Control_of_Aqueous_Extractives_from_Phyllanthus_niruri_L
 - López-García, A., Jiménez-Ruiz, M. y Pérez-Moreno, J., 2017. Vocablos relacionados con el recurso micológico en el idioma de la cultura chinanteca de la Sierra Norte del estado de Oaxaca, México. *Scientia Fungorum*, 46: 9-18. Recuperado el 19 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v46/0187-3180-rmm-46-9.pdf>
 - López-Ramírez, A. y Medel, R., 2016. Hongos (Fungi). En: La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado. CONABIO. México, pp. 177-181. Recuperado el 03 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929205032>
 - López-Villafranco, M. E., 2009. *Etnobotánica médica de los Tepehuas de Hidalgo*. [Tesis de maestría], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 20 de septiembre de 2021. Disponible en: http://132.248.9.195/ptd2009/junio/0644317/0644317_A1.pdf
 - Luna-Morales, C., 2002. Ciencia, conocimiento tradicional y etnobotánica. *Asociación Etnobiológica Mexicana*, 2: 120-135. Recuperado el 10 de octubre de 2021. Disponible en: <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/51/51>

- Mapes, C., Gúzman, G. y Caballero, J., 1981. *Etnomicología purepecha: el conocimiento y uso de los hongos en la Cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Dirección General de Culturas Populares/Sociedad Mexicana de Micología, A.C., México. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/352226049_LA_BIODIVERSIDAD_EN_MICHOACAN_VOLII
- Mariaca-Méndez, R., Silva-Pérez, L. C. y Castaños-Montes, C. A., 2001. Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el Valle de Toluca, México. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 8 (1). Recuperado el 05 de octubre de 2021. ISSN: 1405-0269. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10402004>
- Marín-Ávila, U., 2018. *Biodiversidad y servicios ecosistémicos de los hongos silvestres de Tlazala, municipio de Isidro Fabela, estado de México*. [Tesis de licenciatura], Universidad Autónoma del estado de México. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95313/tesis-Tlazala-hongos-Uriel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mayett, Y. y Martínez-Carrera, D., 2019. El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la seguridad alimentaria de México. En: *Los hongos comestibles, funcionales y medicinales: aportación a la dieta, la salud, la cultura y al sistema agroalimentario de México*. Capítulo 18, pp. 293-329. Recuperado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: http://colpospuebla.mx/2019simposio/03.2_Ejem_Capitulo_Mayett-Martinez-Carrera_2019.pdf
- McMurry, J., 2008. *Química orgánica*. Cengage Learning.
- Medel-Ortiz, R. y Chacón, S., 2011. Morillas, gachupines, trufas y hongos relacionados (Ascomicetes). En: *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. pp. 23-32. Recuperado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929194356>
- Medel-Ortiz, R., López, A. y García, J., 2012. Hongos. En: *La biodiversidad en Guanajuato. Estudio de Estado*. CONABIO/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (iee). México, pp. 70-77. Recuperado el 03 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929181140>

- Medel-Ortiz, R. y Flores-Rivas, J., 2019. Hongos. En: La biodiversidad en San Luis Potosí. Estudio de Estado. Vol. II. CONABIO, México, pp. 87-90. Recuperado el 03 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929201023>
- Medina-Romero, Y. M., 2018. *Compuestos orgánicos volátiles producidos por hongos endófitos con uso potencial en la agricultura*. [Tesis de doctorado], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 26 de septiembre de 2022. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2018/octubre/0780888/Index.html>
- Méndez, L., Rojas, J., Contreras-Moreno, B., Velasco, J., Rosezweig, L. P. y Celis, M. T., 2018. Actividades biológicas analizadas en los extractos de *Jatropha curcas* Linn. *Ciencia e Ingeniería*, 39(2). Recuperado el 27 de octubre de 2022. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507557606006>
- Meneses-Reyes, J. C., Soto-Hernández, R. M., Espinosa-Solares, T. y Ramírez-Guzmán, M. E., 2008. Optimización del proceso de extracción de flavonoides de flor de manzanilla (*Matricaria recutita* L.). *Agrociencia*, 42(4), 425-433. Recuperado el 17 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v42n4/v42n4a5.pdf>
- Moctezuma-Pérez, I., 2014. *Propiedades nutraceuticas de Morchella sp.* [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 07 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2014/abril/0711680/Index.html>
- Molina-Castillo, S., 2017. *Conocimiento ecológico tradicional como capital cultural incorporado y su reproducción a través del turismo micológico en una zona forestal del Estado de México*. [Tesis de maestría], Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM. Recuperado el 26 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67866/STEFANY-MOLINA-CASTILLO%20TESIs.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Montoya-Esquivel, A., 1992. *Análisis comparativo de la etnomicología de tres comunidades ubicadas en las faldas del volcán la Malintzi, estado de Tlaxcala*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 07 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2014/anteriores/microformas/0185080/0185080.pdf>
- Montoya-Esquivel, A., 1997. *Estudio etnomicológico en San Francisco Temezontla, estado de Tlaxcala*. [Tesis de maestría], Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <http://132.248.9.195/ppt2002/0252271/0252271.pdf>

- Montoya-Esquivel, A., Estrada-Torres, A., Kong, A. y Juárez-Sánchez, L., 2001. Commercialization of wild mushrooms during market days of Tlaxcala, Mexico. *Micología Aplicada Internacional*, 13(1): 31-40. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/685/68513104.pdf>
- Moreno-Fuentes, A., Garibay, O., Tovar V. y Cifuentes, J., 2001. Situación Actual de la Etnomicología en México y el en el Mundo. *Etnobiología*, 1: 75-84. ISSN: 1665-2703. Recuperado el 10 de agosto de 2022.
- Moreno-Fuentes, A., Aguirre-Acosta, E. y Pérez-Ramírez, L., 2004. Conocimiento tradicional y científico de los hongos en el estado de Chihuahua, México. *Etnobiología* 4: 89-117. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5294402.pdf>
- Murray, P., Rosenthal, K. y Pfaller, M., 2017. Microbiología médica. 7th ed. Barcelona: Elsevier Health Sciences.
- Nakalembe, I., Kabasa, J.D. y Olila, D., 2015. Comparative nutrient composition of selected wild edible mushrooms from two agro-ecological zones, Uganda. *SpringerPlus* 4(433). Recuperado el 12 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1188-z>
- Nava-Solis, U., 2017. *Estudio comparativo de la actividad antimicrobiana de las flores de Prosopis laevigata (Humb. et Bonpl. ex Wild) M.C. Jhonst.* [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 29 de agosto de 2022. Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000765764
- Ochoa-Amado, L. S. y Sarmiento-Mora, A. J., 2018. *Estudio fitoquímico de la especie vegetal Bucquetia glutinosa (L.f.) DC (Melastomataceae) y evaluación de su actividad biológica.* [Tesis de licenciatura], Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. U.D.C.A. Recuperado el 20 de agosto de 2022. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/996/TESIS%202018-?sequence=1>
- Ortíz-Pacheco, M. S., 2010. *Síntesis de fenilcumarinas y derivados cumaroides.* [Tesis de maestría], Universidad de los Andes. Recuperado el 20 de octubre de 2022. Disponible en: <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/33792.pdf>
- Palomino-Naranjo, A., 1990. *Etnomicología Tlahuica de San Juan Atzingo, Estado de México.* [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2014/anteriores/microformas/0186434/0186434.pdf>
- Pardavé-Díaz, L. M., Flores-Pardavé, L., Ruiz-Esparza, V. F. y Robledo-

- Cortés, M., 2008. Hongos y líquenes. En: La Biodiversidad en Aguascalientes. Estudio de Estado. CONABIO, Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). México, pp. 103-106. Recuperado el 05 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6317.pdf>
- Peinado-Lorca, M., 2020. Imagen de *Psilocybe mexicana* [Figura 1c]. Recuperado el 15 de octubre de 2021. Disponible en: <https://www.sobreeestoyaquello.com/2020/02/psilocibina-el-ingrediente-magico-de.html>
 - Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L. y Bravo, J. A., 2014. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31(2): 68-81. Recuperado el 15 de octubre de 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>
 - Pérez-Acosta, J. A., 2022. *Evaluación fitoquímica de diferentes especies de hongos Ganoderma spp., Trametes versicolor y Schizophyllum commune localizadas en el estado de Jalisco*. [Tesis de maestría], Tecnológico Nacional de México, SEP. Recuperado el 15 de octubre de 2022. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/4641/1/TESIS%2010-02-2022%20jesus%20alejandro%20perez%20acosta.pdf>
 - Pérez-López, R., Mata, G., Aragón-García, A., Jiménez-García, D. y Romero-Arenas, O., 2015. Diversidad de hongos silvestres comestibles del cerro El Pinal, municipio de Acajete, Puebla, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 2(6):277-289. Recuperado el 05 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v2n6/v2n6a4.pdf>
 - Pérez-Pérez, R. E. 2020. Hongos liquenizados (líquenes). En: La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. I. CONABIO, México, pp. 323-331. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://biodiversidad.morelos.gob.mx/biodiversidad/libro-estudio-de-estado-2>
 - Pérez-Ruiz, M. L. y Argueta-Villamar, A., 2011. Saberes indígenas y diálogo intercultural. *Cultura y representaciones sociales*, 5(10), 31-56. Recuperado el 13 de septiembre de 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102011000100002&lng=es&tlng=es
 - Pérez-Silva, E., Herrera, T. y Ocampo-López, A., 2011. Nuevos registros de macromicetos para el municipio de Temascaltepec, Estado de México. *Revista mexicana de micología*, 34, 23-30. Recuperado el 03 de octubre de 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-

[31802011000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572019000200009&lng=es&tlng=es)

- Pomilio, A. B., Battista, S. M., y Alonso, A., 2019. Micetismos: Parte 3: Síndromes tempranos gastrointestinales. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 53(2), 217-244. Recuperado el 29 de octubre de 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572019000200009&lng=es&tlng=es.
- Pulido-Silva, M. T. y Cuevas-Cardona, C., 2021. La etnobiología en México vista a la luz de las instituciones de investigación. *Revista Etnobiología*, 19(1): 6-28. Recuperado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/376/398>
- Ramírez-Anguiano, A. C., 2009. *Estudio de las propiedades bioactivas de hongos comestibles para el diseño de productos cárnicos funcionales*. [Tesis de doctorado], Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado el 14 de septiembre de 2022. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/117/22590_ramirez_anguiano_ana_cristina.pdf?sequence=1
- Ramírez-Carbajal, E., 2017. *Etnomicología en la zona Tlahuica-Pjiekakjoo del Estado de México*. [Tesis de licenciatura], Universidad Intercultural del Estado de México. Recuperado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://n9.cl/cl48c>
- Robles-García, D., Suzán-Azpiri, H., Montoya-Esquivel, A., García-Jiménez, J., Esquivel-Naranjo, E. U., , Yahia, E. y Landeros-Jaime, F. Saberes etnomicológicos en tres comunidades de Amealco, Querétaro, México. *J Ethnobiol Ethnomed*. 14:7. Recuperado el 25 de marzo de 2023. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5787266/#_ffn_sectitle
- Rodríguez-Muñoz, G., Zapata-Martelo, E., Rodríguez de las Nieves, M., Vázquez-García, V., Martínez-Corona, B. y Vizcarra-Bordi, I., 2012. Saberes tradicionales, acceso, uso y transformación de hongos silvestres comestibles en Santa Catarina del Monte, Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 9(2), 191-207. Recuperado en 02 de octubre de 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722012000200006&lng=es&tlng=es
- Rosique-Gil, E. y Cappello-García, S., 2019. Hongos. En: La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado. Vol. II. CONABIO. México, pp. 179-183. Recuperado el 03 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929195857>
- Ruan-Soto, F., Garibay-Orijel, R. y Cifuentes, J., 2004. Conocimiento

- micológico tradicional en la planicie costera del Golfo de México. *Revista Mexicana de Micología*. 19: 57-70. Recuperado el 08 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://repositorio.fciencias.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11154/141655/88301908.pdf?sequence=1>
- Ruan-Soto, F., Mariaca-Méndez, R., Cifuentes, J., Limón-Aguirre, F., Pérez-Ramírez, L. y Sierra-Galván, S., 2005. Nomenclatura, clasificación y percepciones locales acerca de los hongos en dos comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Etnobiología* 5: 1-20. Recuperado el 03 de octubre de 2021. Disponible en: <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/232>
 - Ruán-Soto, F., Garibay-Orijel, R. y Cifuentes, J., 2006. Proceso y dinámica de la venta tradicional de hongos silvestres comestibles en el trópico mexicano. *J Etnobiología Etnomedicina* 2, 3. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-3>
 - Ruan-Soto, F., Cifuentes, J., Mariaca, R., Limón, F., Pérez-Ramírez, L. y Sierra, S., 2009. Uso y manejo de hongos silvestres en dos comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Micología*, 29: 61-72. Recuperado el 08 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v29/v29a9.pdf>
 - Ruan-Soto, F., Hernández-Maza, M. E. y Pérez-Ovando, E. C., 2013. Estado actual del conocimiento de la diversidad fúngica. pp. 75-82. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO y Gobierno del Estado de Chiapas, México. Recuperado el 05 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929211930>
 - Ruan-Soto, F. y Ordaz-Velázquez, M., 2015. Aproximaciones a la etnomicología maya. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 10 (20), 44-69. Recuperado el 10 de Septiembre de 2021. ISSN: 1870-4115. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90643038003>
 - Rubio-Domínguez, E., s.f. Imagen de *Amanita phalloides* [Figura 1a]. Recuperado el 05 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/especie/amanita-phalloides>
 - Sánchez-Jácome, M. y Guzmán-Dávalos, L., 2011. Hongos citados para Jalisco, II. *Ibugana* 16: 25-60. Recuperado el 01 de septiembre de 2021. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/275410350_Hongos_citados_para_Jalisco_II
 - Sánchez, J. E. y Mata, G., 2012. Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica. 1a ed. México: El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) / Instituto de Ecología (INECOL). Recuperado el 01 de septiembre de 2021.

- Disponible en: <http://www.biomicel.com/Interes/Tecnologia/41.pdf>
- Servín-Campuzano, L. S. y Alarcón-Chaires, P. E., 2018. Conocimiento tradicional de los hongos silvestres comestibles en la comunidad p'urhépecha de Comachuén, Nahuatzen, Michoacán. *Acta Universitaria*, 28 (1): 15-40. Recuperado el 05 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/416/41655050020/41655050020.pdf>
 - Sharapin, N., Bello, S.D., Rochas, L., Carvalho, E.D., Santos, E.D., Almeida, J., y Pinzón, R.S., 2000. Fundamentos de Tecnología de Productos Fitoterapéuticos. Bogotá: Convenio Andrés Bello. Recuperado el 05 de septiembre de 2022. Disponible en: https://books.google.com.mx/books/about/Fundamentos_de_tecnolog%C3%ADa_de_productos.html?id=pkpgAAAAMAAJ&redir_esc=y
 - Sierra, S., Castro-Santiuste, S., Izquierdo-San Agustín, L., Rodríguez-Gutiérrez, I., Pérez-Ramírez, L., González-Mendoza, A. E. y Cifuentes, J., 2016. Hongos macroscópicos (Fungi). En: La biodiversidad en la Ciudad de México, vol. ii. conabio/sedema, México, pp.67-78. Recuperado el 05 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://200.12.166.51/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929210001>
 - Singleton, V., Orthofer, R. and Lamuela-Reventós, R. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*. 299, 152-178.
 - Soto-García, M. y Rosales-Castro, M., 2016. Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxylla*. *Ciencia y tecnología*, 18(4): 701-714. Recuperado el 23 de marzo de 2023. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000061>
 - Starr, C., Evers, C. y Starr, L., 2013. Biología. Conceptos y aplicaciones, 8a. Ed. Cengage Learning.
 - Toche-Tuesta, A. T., Carhuamaca, V. L., Barrientos, R. D., Rebaza, G. A., y Rivera, P. E., 2017. Estructura química de compuestos fenólicos del extracto etanólico de hojas de *Clinopodium pulchellum* (Kunth) Govaerts "panisara". *Rev Peru Med integrativa*, 2(3): 803-809. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321960302_Estructura_quimica_de_compuestos_fenolicos_del_extracto_etanolicodelas_hojas_de_Clinopodium_pulchellum_Kunth_Govaerts_panisara
 - Valencia-Flores, I., 2006. *Uso tradicional de los hongos silvestres en San Pedro Nexapa, Estado de México*. [Tesis de licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <http://132.248.9.195/pd2006/0607845/0607845.pdf>

- Valenzuela, R., García-Jiménez, J., Raymundo, T. y Silva-Barrón, C. I., 2016. Los macromicetos de Querétaro. En: Historia natural del estado de Querétaro, R. Jones y J. Malda (eds.). Conabio-UAQ. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Valenzuela-5/publication/313509553_Fungi_Los_macromicetos_de_Queretaro/links/589cb67092851c599c974c22/Fungi-Los-macromicetos-de-Queretaro.pdf
- Valenzuela, R., Raymundo, T., Aguirre-Acosta, E., Bautista-Hernández, S., Díaz-Moreno, R. y García-Jiménez, J., 2017. Hongos. En: La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. CONABIO, México, pp. 275-288. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/nbsap/study/mx-study-durango-es.pdf>
- Valenzuela, R., Raymundo, T., Bautista-Hernández, S., Hernández-Zamora, A. K., Gay-González, A. D., Cobos-Villagrán, A., Reyes-Rodríguez, P., Morales-Guadarrama, D. A. y Garza-Ocañas, F., 2020. Hongos. En: La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. I. CONABIO, México, pp. 333-343. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://biodiversidad.morelos.gob.mx/biodiversidad/libro-estudio-de-estado-2>
- Valenzuela, R., Cifuentes, J., Raymundo, T., Salazar, M. J., Pérez-Ramírez, L., Villarruel-Ordaz, J. L., Garza-Ocañas F. y Marmolejo-Moincivais, J. G., 2021. Hongos. En: La biodiversidad en Nayarit. Estudio de Estado 2. Vol. I. CONABIO, México, pp. 29-45. Recuperado el 03 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929202728>
- Villanueva-Silva, R., 2022. *Estudio químico y biológico de hongos del Golfo de México*. [Tesis de doctorado], Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 14 de octubre de 2022. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2022/junio/0826014/Index.html>
- Villarreal-Ruiz, L., 1997. Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. C066. México, D.F. Recuperado el 03 de octubre de 2021. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfC066.pdf>
- Villarreal-Ruiz, L. y Pérez-Moreno, J., 1989. Los hongos comestibles silvestres de México: un enfoque integral. Instituto de Micología Neotropical Aplicada, A. C. (IMINAP). Apl. 2: 77-114. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Luis->

Villarreal-

[Ruiz/publication/281068885_Los hongos comestibles silvestres de Mexico un enfoque integral/links/55d397aa08ae7fb244f58ca4/Los-hongos-comestibles-silvestres-de-Mexico-un-enfoque-integral.pdf](https://ruiz-publication.com/publication/281068885_Los_hongos_comestibles_silvestres_de_Mexico_un_enfoque_integral/links/55d397aa08ae7fb244f58ca4/Los-hongos-comestibles-silvestres-de-Mexico-un-enfoque-integral.pdf)

- Walton, H. F., Reyes, J., Casassas-Simó, E. y Duñach-Arch, J., 1983. Análisis químico e instrumental moderno. *Reverté*. Recuperado el 10 de agosto de 2022. Disponible en: https://books.google.com.mx/books/about/An%C3%A1lisis_qu%C3%ADmico_e_instrumental_modern.html?id=htRP2dHJkXgC&redir_esc=y
- Wani, B. A., Bodha, R. H. y Wani, A. H., 2010. Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *Journal of Medicinal Plants*. 4(24):2598-2604. Recuperado el 14 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/E7F00EC22056>
- Yahia, E. M., Gutiérrez-Orozco, F. y Moreno-Pérez, M. A., 2017. Identification of phenolic compounds by liquid chromatography-mass spectrometry in seventeen species of wild mushrooms in Central Mexico and determination of their antioxidant activity and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 226: 15-22. Recuperado el 15 de octubre de 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814617300444?via%3DIhub>
- Yuridia-López, C., Guevara-Guerrero, G. y Alonso-Riverol, J. I., 2011. Hongos macromicetos. En *Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*. Tomo 2, C. Pozo (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Conabio, Gobierno del estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PFC), México, D. F. p. 24-29. Recuperado el 02 de septiembre de 2021. Disponible en: http://semaqroo.gob.mx/Riqueza_biol%C3%B3gica_de_Quintana_Roo_Tomo_II.pdf
- Zamora-Martínez, M. C., 2012. "Hongos silvestres comestibles" en *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II*. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (iee), pp. 90-93. Recuperado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20210929181140>