



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS HONGOS COMESTIBLES SILVESTRES EN LA REGIÓN DE LAS MONTAÑAS, VERACRUZ, MÉXICO.

T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA



Presenta:

FELIPE HERNÁNDEZ MARAÑÓN

Bajo la supervisión de:

Dr. Gerónimo Barrios Puente

Chapingo, Texcoco, Estado de México. Agosto del 2025.



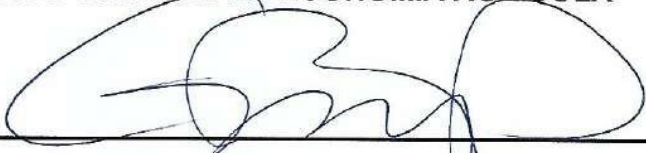
HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS HONGOS COMESTIBLES SILVESTRES EN LA REGIÓN LAS MONTAÑAS, VERACRUZ, MÉXICO

Tesis realizada por Felipe Hernández Marañón bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

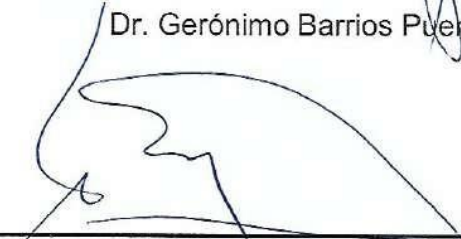
DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

Director:



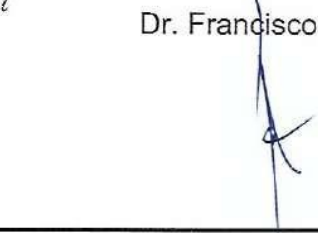
Dr. Gerónimo Barrios Puente

Asesor:



Dr. Francisco Pérez Soto

Asesora:



Dra. Ma. Amparo Máxima Borja De La Rosa

Lectora Externa:



Dra. Dora María De Jesús Sangerman-Jarquín

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS O TABLAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
ABREVIATURAS USADAS	v
DEDICATORIAS	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
DATOS BIOGRÁFICOS	viii
RESUMEN GENERAL	ix
GENERAL ABSTRACT	x
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	4
1.3 Planteamiento del problema.....	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Hipótesis	6
1.6 Estructura de la investigación	6
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA	9
2.1 Importancia social de los hongos comestibles silvestres	10
2.2 Importancia económica de los hongos comestibles silvestres	13
2.3 Situación global de los hongos comestibles silvestres	18
2.3.1 China	18
2.3.2 Unión Europea	19
2.3.3 Cultivo de Lactarius en Italia	21
2.3.4 Tailandia.....	21

2.3.5 India	22
2.3.6 Nueva Zelanda	23
2.3.7 Nigeria	23
2.3.8 EUA.....	24
2.3.9 México	25
2.4 Casos de éxito	27
2.4.1 Revalorización de los hongos comestibles silvestres.....	27
2.4.2 Micoturismo	30
2.4.3 Micosilvicultura	32
2.4.4 Inclusión de grupos étnicos	32
2.4.5 Promoción de cooperativas lideradas por mujeres.....	33
CAPÍTULO 3.....	44
CONOCIMIENTO LOCAL Y ECONOMÍA DE LOS HONGOS COMESTIBLES	
SILVESTRES EN LA REGIÓN DE LAS MONTAÑAS, VERACRUZ, MÉXICO	
.....	44
CAPÍTULO 4.....	72
ESTRATEGIAS DE REVALORIZACIÓN DE LOS HONGOS COMESTIBLES	
SILVESTRES PARA UNA COMUNIDAD RURAL EN MÉXICO.	72
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES GENERALES.....	97

LISTA DE CUADROS O TABLAS

Tabla 1. Especies vendidas en los mercados agrícolas de Coscomatepec y Huatusco, Veracruz.	55
Tabla 2. Estacionalidad de los HCS en la Región de Las Montañas Veracruz, México.....	56
Tabla 3. Comercialización de HCS en los Mercados Agrícolas de Coscomatepec y Huatusco, Veracruz.....	58
Tabla 4. Valores de Importancia Económica y Cultural de los HCS en La Región de Las Montañas, Veracruz, México.	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los temas de la tesis.	8
Figura 2. Estado de Veracruz, Región de las Montañas, Veracruz, México. ...	49
Figura 3. Mapa de distribución espacial de HCS.	53
Figura 4. HCS comercializados en la Región de las Montañas, Veracruz, México.	56
Figura 5. Análisis de conglomerados de las especies comercializadas, en la Región de las Montañas, Veracruz, México, utilizando el coeficiente del Índice de Jaccard.	59
Figura 6. Análisis de conglomerados de los vendedores-recolectores de La Región de las Montañas, Veracruz, México, utilizando el Índice de Jaccard....	60
Figura 7. Análisis de componentes principales de los vendedores-recolectores de La Región de las Montañas, Veracruz México.	61
Figura 8. Localidad de Nueva Vaquería, Calcahualco, Veracruz.	77
Figura 9. Protocolo de Revisión	80
Figura 10. Palabras clave.	82
Figura 11. Autores.....	82

ABREVIATURAS USADAS

CONAHCYT	Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías
HCS	Hongos Comestibles Silvestres
FM	Frecuencia de Mención
OM	Orden de Mención
IM	Índice de Mención
ISEHCS	Índice de Significación Económica para Hongos Silvestres Comestibles
IA	Índice de Abundancia
IP	Índice de Precio
IGE	Índice de Ganancias Económicas
IDP	Índice de Demanda de Producto
IOP	Índice de Oferta de Producto
ICM	Índice de Competencia en el Mercado
PCA	Análisis de componentes principales

DEDICATORIAS

A mis padres Cesáreo Hernández Castro y Luz María Marañón Ronzón que han estado presentes en todos los años de mi vida dándome consejos y ayuda para convertirme en la persona que soy hoy.

A mi Hermano Edgar Josué Hernández Marañón y mi Hermana Anahí Hernández Marañón por su apoyo y guía en estos años, su apoyo fue fundamental para realizar esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y a la División de Ciencias Económico Administrativa por permitirme ser parte de esta gran institución, por llenarme de conocimientos, experiencias.

Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) por el financiamiento proporcionado durante mis estudios de doctorado.

A mis profesores que me impartieron clases durante los cuatro años del doctorado, por sus enseñanzas y consejos impartidos.

A mi director de tesis el Dr. Gerónimo Barrios Puente por su guía durante este proceso, a mis asesores el Dr. Francisco Pérez Soto y la Dra. Ma. Amparo Máxima Borja De La Rosa por sus recomendaciones y consejos.

Al Dr. Pablo De Frutos Madrazo por su cooperación internacional durante mi estancia de investigación y actividades posteriores en la Universidad de Valladolid en la ciudad de Soria, España.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Felipe Hernández Marañón
Fecha de nacimiento: 12 de agosto de 1993
Lugar de nacimiento: Córdoba, Veracruz, México.
CURP: HEMF930812HVZRRL07
Profesión: Maestro en Ingeniería Administrativa
Cédula profesional: 11736071



Desarrollo académico

Bachillerato: CETIS 143 - Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios Núm. 143
Licenciatura: Licenciado en Administración por la Universidad Veracruzana, Facultad de Negocios y Tecnologías Ixtaczoquitlán.
Maestría: Maestro en Ingeniería Administrativa por el Instituto Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Orizaba.
Artículos Científicos: “La innovación como clave para que la industria ornamental trascienda en el estado de Veracruz”: <https://doi.org/10.25009/is.v0i9.2643>
Ponencias: Coloquio de administración e industrias 4.0, ponencia denominada “La industria de las empresas ornamentales en México, caso de estudio, la factibilidad de mercado para una empresa productora de plantas dracenas miniatura.”
III coloquio de investigación de IGE del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, ponencia denominada, “¿Cómo innovar en la industria ornamental?”.
Primer Simposio Aspectos relevantes de la Funga para los ecosistemas forestales, la agricultura y la humanidad, ponencia denominada “Comercialización de hongos comestibles silvestres y su relación con factores socioeconómicos en la Región de Las Montañas, Veracruz, México.”

RESUMEN GENERAL

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS HONGOS COMESTIBLES SILVESTRES EN LA REGIÓN DE LAS MONTAÑAS, VERACRUZ, MÉXICO

Los hongos comestibles silvestres constituyen un recurso forestal no maderable que ha cobrado protagonismo en la comercialización de alimentos con características funcionales. Esto se debe a su aporte nutricional y nutracéutico, el cual es aprovechado principalmente por grupos marginados de nivel socioeconómico medio y alto en la Región de Las Montañas, Veracruz, México.

En países como China, Japón, Alemania, EUA y Francia, los hongos van desde la categoría de productos gourmet para clientes con alto poder adquisitivo hasta productos de consumo diario, como en China, que cuenta con una milenaria tradición en su consumo y abarca una gran parte del mercado mundial, tanto en consumo interno como en importación. Esto se debe a recientes innovaciones en biotecnología agrícola que han permitido técnicas de cultivo, pasando de la recolección silvestre expuesta a factores intrínsecos y extrínsecos sin control, a procesos productivos donde se ha podido aumentar considerablemente la biomasa cosechada anualmente. Se reporta un aumento en los índices que denominan estos cultivos sostenibles.

Por lo tanto, es necesario categorizar a los diferentes actores clave en esta cadena de valor para definir estrategias que generen un mayor impacto y aumenten la accesibilidad a instrumentos financieros basados en la toma de decisiones a través de la información generada. Además, se requieren análisis socioeconómicos para comprender el estado actual de esta cadena de valor, que opera en una economía de baja escala, pero con un gran potencial económico. Sin embargo, este potencial se ve opacado por la escasa o nula disponibilidad de información para la implementación adecuada de estrategias socioeconómicas que benefician principalmente a grupos sociales más vulnerables. Fomentar y revalorizar el aspecto biocultural permitirá aprovechar de manera más efectiva las zonas de recolección de hongos comestibles silvestres en la región de las Montañas Veracruz, México.

Palabras clave: Hongos comestibles, comercialización, impacto socioeconómico, caracterización.

1

¹ Tesis de Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.
Autor: Felipe Hernández Maraón.
Director: Gerónimo Barrios Puente.

GENERAL ABSTRACT

SOCIOECONOMIC IMPACT OF WILD EDIBLE MUSHROOMS IN THE MOUNTAIN REGION OF VERACRUZ, MEXICO

Wild edible mushrooms constitute a non-timber forest resource that has gained prominence in the commercialization of foods with functional properties. This is due to their multiple nutritional and nutraceutical contributions to the human diet as well as their predominant use by socioeconomically marginalized communities in the Las Montañas region of Veracruz, Mexico.

In countries such as China, Japan, Germany, the United States, and France, mushrooms range from gourmet products for high-income consumers to every day food items. In China, for instance, mushroom consumption has a millennia-old tradition and represents a large portion of the global market, both in terms of domestic consumption and exports. This growth has been facilitated by recent innovations in agricultural biotechnology, which have enabled the development of advanced cultivation techniques. These advancements have shifted mushroom production from wild harvesting subject to uncontrolled intrinsic and extrinsic factors to more controlled and efficient production systems. As a result, the annual harvested biomass has increased considerably. This growth is reflected in sustainability indicators, which now categorize these crops as both economically and environmentally sustainable.

Therefore, it is essential to identify and categorize the key actors in this value chain in order to define strategies that generate impact and improve access to financial instruments, through data-informed decision-making. Socioeconomic analyses are also necessary to assess the current state of this low scale economy, which holds significant economic potential but remains underdeveloped due to limited information and lack of strategic socioeconomic planning. Promoting and revaluing biocultural practices will support the sustainable use of wild edible mushroom harvesting areas in the Veracruz Mountains region of Mexico.

Key words: Edible mushrooms, commercialization, socioeconomic impact characterization.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En el continente americano, las relaciones entre los hongos, los seres humanos y la naturaleza se pueden dividir en tres escenarios diferentes, los de: (1) Canadá y Estados Unidos; (2) Mesoamérica, incluidos principalmente México y Guatemala; y (3) América del Sur. Existen condiciones socioeconómicas, históricas, culturales y biológicas contrastantes en estas áreas.

En el caso de Canadá y Estados Unidos, tradicionalmente ha existido un fuerte conocimiento científico de la diversidad micológica, solo comparable con el existente en los países europeos. Históricamente se han realizado numerosos estudios sobre la ecología, taxonomía y uso de hongos comestibles silvestres (HCS) (Molina *et al.*, 1993; Pilz *et al.*, 2007; Kuo *et al.*, 2012).

La comercialización de HCS frescos o procesados, secos, en polvo o conservados de diferentes formas, es común y numerosas empresas se dedican a la comercialización de este recurso forestal no maderable. En contraste con la enorme diversidad micológica, en general, la diversidad vegetal en estas áreas es relativamente reducida, siendo la mayoría de los árboles ectomicorrízicos.

La diversidad cultural y el conocimiento tradicional asociado de las culturas humanas nativas han desaparecido básicamente, y solo quedan unos pocos vestigios de ese conocimiento tradicional antiguo. Por el contrario, en Mesoamérica hay una gran diversidad cultural. Por ejemplo, México tiene 68 grupos étnicos, cada uno con su propia cultura, idioma, visión mundial y manejo de recursos naturales.

Además, la diversidad biológica es enorme, por ejemplo, la república mexicana tiene algunas de las mayores diversidades de géneros de plantas ectomicorrízicas, incluidos 72 taxones de pinos y 168 especies de robles. Como consecuencia de estas diversidades culturales y biológicas, México tiene una de

las mayores reservas de HCS (Pérez Moreno *et al.*, 2009).

Se ha estimado que actualmente se consumen más de 450 especies. Sin embargo, esto podría ser una subestimación debido al número relativamente reducido de taxonomistas que están actualmente activos en el país. Por lo tanto, se espera que el número de HCS sea mucho mayor. Este enorme conocimiento tradicional enfrenta enormes desafíos que incluyen altas tasas de deforestación, rápida erosión cultural, emigración de jóvenes a las ciudades y procesos de aculturación.

En contraste con estas realidades, particularmente en la última década, se ha producido un despertar de la revalorización del recurso micológico. Para preservar los bosques, decenas de ferias de HCS se llevan a cabo cada año en todo el país organizadas por grupos étnicos locales.

También se han iniciado actividades micoturísticas en diferentes grupos étnicos principalmente en el centro y sur de México, y se han realizado numerosos estudios etnomicológicos en grupos que fueron eliminados históricamente en el pasado, por ejemplo, los mixtecos (Hernández-Santiago *et al.*, 2017), los Chinantecos (López García *et al.*, 2017) y los Tzotziles (Ruan-Soto, 2018).

Algunos de los grupos mexicanos son altamente micofílicos, por ejemplo, el pueblo tlahuica, por ello México es uno de los reservorios genéticos más importantes de HCS en el mundo. A nivel mundial, México ocupa el octavo lugar en el ranking de bosques nativos. Sin embargo, históricamente, las tasas de deforestación del país han sido una de las más altas del planeta. Por ejemplo, en el período de 1990 a 2005, México perdió un promedio de 318.000 ha de bosque al año (Magurran E., 2021).

Esta pérdida representó una de las tasas de deforestación más altas del mundo, siendo superada de 1990 a 2010 solo por Brasil, Indonesia, Sudán, Myanmar, Nigeria y Tanzania (FAO, 2010). Como consecuencia, México presenta actualmente serios problemas ambientales en términos de erosión de suelos y

emisiones de gases de efecto invernadero, la república mexicana ocupa el puesto 13 en esta última categoría a nivel internacional según (Myers Madeira., 2008).

La recolección de HSC se está convirtiendo en una fuente de ingresos primarios o secundarios para un número creciente de personas desempleadas, también en los países europeos ricos es un fenómeno que debe ser inspeccionado de cerca, en el contexto de la economía rural, el comercio de productos no maderables, productos forestales y también de los esfuerzos de conservación de bosques, así como de hongos.

La investigación etnomicológica moderna en Europa todavía tiene mucho por descubrir, siguiendo el hilo que conecta los usos tradicionales de los HCS con el papel que estos organismos fantásticos desempeñan actualmente en las sociedades, hasta la contribución sostenible que los hongos deben proporcionar al bienestar humano en el futuro cercano.

La renta extranjera producida por los HCS supera los 100 millones de dólares estadounidenses cada año en China. La comercialización de *Tricholoma matsutake* y algunas especies adicionales, como *Ophiocordyceps sinensis*, *Tuber indicum* y *Boletus bainiugan*, ha mejorado significativamente la economía local en los últimos años (Kleinn *et al.*, 2006).

La recolección de HCS es un medio de vida importante y genera entre el 15% y 90% de los ingresos anuales de estas personas. En los últimos 10 años, más de 1000 toneladas de cuerpos fructíferos frescos de matsutake se han exportado anualmente desde el suroeste de China. Se informa que más de 40 condados en Yunnan cosechan matsutake (Yang *et al.*, 2009).

En la región de Shangri-La, en el noroeste de Yunnan, cosechar matsutake puede generar un rendimiento anual de más de 10.000 yuanes chinos (unos 1.500 dólares estadounidenses) para una familia media. La producción natural de HCS ha disminuido desde que comenzó la recolección comercial a gran escala en la década de 1990 (X. M. Wang *et al.*, 2014).

México ha jugado un papel importante en el desarrollo de la etnomicología a nivel mundial debido a su gran diversidad fúngica y biocultural. Esta riqueza biocultural expresada en el uso de más de 370 especies comestibles y 160 utilizadas en la medicina tradicional de los grupos originarios del país.

La etnomicología es el estudio del conocimiento tradicional relacionado con el uso de los hongos por hombres y mujeres, incluyendo las manifestaciones, las implicaciones culturales, la nomenclatura y la clasificación relacionada con aspectos ecológicos, fenológicos y elementos relevantes para cada grupo cultural, además de los usos y formas de aprovechamiento de este valioso recurso.

1.2 Justificación

A nivel mundial, la demanda de alimentos ha experimentado un crecimiento exponencial, lo que ha impulsado también el consumo de productos de baja calidad o ultraprocesados. A raíz de esta situación, surge la premisa de la valorización socioeconómica de los HCS, una fuente rica en proteínas y ampliamente accesible para grupos étnicos y poblaciones con niveles elevados de marginación.

El consumo de HCS presenta un desafío cultural, ya que erróneamente se asocia con niveles socioeconómicos bajos debido a la falta de conocimiento sobre su valorización comercial a nivel global, como lo demuestran países como China y Japón, donde se han desarrollado cadenas de valor debido a su alto valor nutricional y nutracéutico. En efecto, su valor de mercado se ha duplicado en la última década.

La tendencia global hacia el consumo de productos saludables, combinada con los avances en tecnología postcosecha que mejoran la conservación, ha abierto la posibilidad de exportar estos hongos a mercados anteriormente inaccesibles. Sin embargo, se enfrenta al desafío de una economía de escala reducida, debido a la falta de un perfil definido para productores, recolectores y consumidores

mexicanos.

La falta de estrategias para facilitar el acceso de micro y pequeños productores a productos financieros, así como la escasez de innovación en los procesos, subraya la necesidad de esta investigación. El objetivo es establecer estrategias socioeconómicas que permitan integrar a los participantes de esta cadena de valor, alineándolas con las oportunidades de valor agregado que ofrecen los HCS a nivel mundial.

1.3 Planteamiento del problema

México enfrenta enormes desafíos que incluyen el cambio de uso de la tierra, un rápido proceso de aculturación con la pérdida asociada de conocimientos tradicionales generados durante milenios y la migración de jóvenes de pequeñas comunidades a grandes ciudades y al extranjero. En este contexto, un factor que ha cobrado enorme importancia es la relevancia socioeconómica, e importancia ambiental de los HCS en México.

Aunado a lo anterior, puede añadirse la falta de tecnologías para el escalamiento de la producción rural de hongos, la comercialización centralizada, la falta de estadísticas y estudios de mercado (nacional e internacional), escaso interés público y privado para incentivar la producción y el mercado, falta de legislación, problemas técnicos de almacenamiento, conservación y transporte (Velasco Bautista *et al.*, 2019).

Esta carencia del entendimiento de los componentes de esta actividad, sus interacciones y procesos, puede originar una disminución de los productos y servicios que estos recursos ofrecen a la sociedad (Pilz y Molina, 1996).

En otras palabras, la problemática alrededor de la recolección de HCS no puede ser vista y mucho menos solucionada desde una sola perspectiva, ya que esta se encuentra inmersa en varios contextos: económicos, sociales, políticos, biológicos y culturales. Es claro entonces que, el problema es complejo y debe comprenderse para poder establecer soluciones integrales y viables para la

cadena de HSC.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar los aspectos de los hongos comestibles silvestres en la Región Las Montañas, Veracruz, México, mediante los factores socioeconómicos que afectan este proceso y proponiendo estrategias de mejora en gestión del desarrollo sostenible en la cadena de valor.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las necesidades y prácticas de los recolectores de hongos comestibles silvestres en la Región de Las Montañas, Veracruz, México.
- Analizar el comercio de los hongos comestibles silvestres y su eficacia en la Región de Las Montañas, Veracruz, México.
- Proponer estrategias para una revalorización de los hongos comestibles silvestres, teniendo en cuenta los factores socioeconómicos identificados y las necesidades de los actores involucrados.

1.5 Hipótesis

La valorización socioeconómica del mercado de los hongos comestibles silvestres en “La Región de Las Montañas, Veracruz, México”, permitirá catalogar los diferentes actores presentes en la cadena comercial, para fundamentar los diferentes análisis socioeconómicos, logrando estimar el valor real de esta cadena de valor.

1.6 Estructura de la investigación

La investigación se desarrolló en cinco capítulos. El primero capítulo de esta investigación contempla una introducción, planteamiento del problema,

justificación de la investigación, planteamiento de objetivos e hipótesis de la investigación por último la estructura de la tesis. En el segundo capítulo se realizó una revisión de literatura de los HCS alrededor del mundo en países como China, Italia, Tailandia, India, Nigeria, Nueva Zelanda, los Estados Unidos de América EUA y México, así como casos de éxito de innovación y adaptaciones biotecnológicas que permiten aprovechar este recurso forestal no maderable.

En el capítulo tres se identificaron las necesidades y prácticas de los recolectores-vendedores de HCS; así como, un análisis de la comercialización de los HCS en la Región de Las Montañas, Veracruz, México.

En el cuarto capítulo de esta investigación se realizó un análisis y una propuesta de revalorización de los HCS en la comunidad de Nueva Vaquería, Veracruz, México, la revalorización se buscará que los involucrados en esta cadena de valor pueda conservar sus costumbres y el medio ambiente el cual se encuentran involucrados.

Como capítulo cinco se redactaron las conclusiones pertinentes, así como las recomendaciones que los resultados de la investigación reclame (Figura 1).

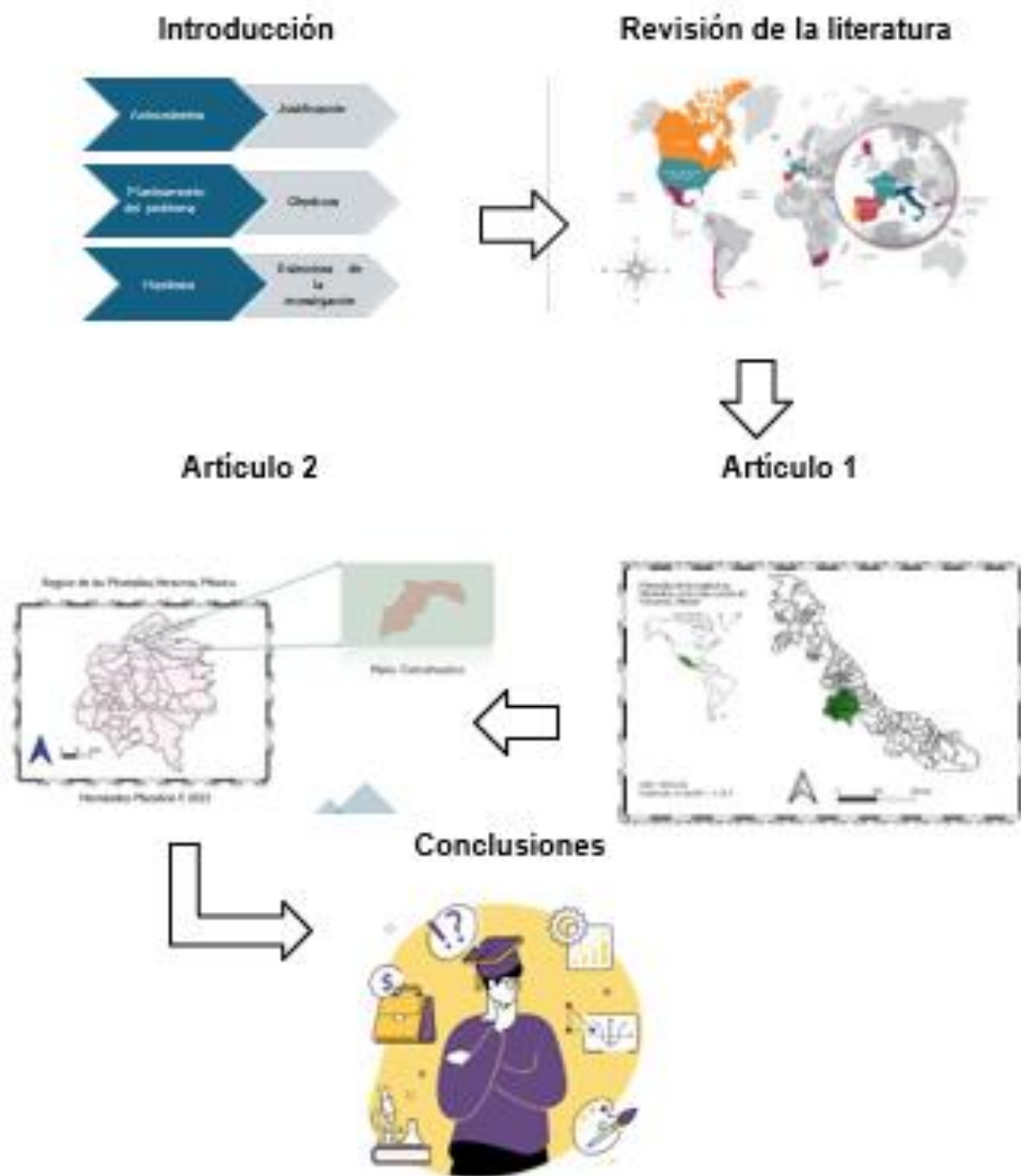


Figura 1. Distribución de los temas de la tesis.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

Los hongos comestibles silvestres (HCS), se dividen en dos grandes grupos: los saprofitos y ectomicorrízicos. Los saprofitos que son los que a nivel mundial producen en las denominadas biofábricas, que cuentan con la capacidad de operar a base de los desechos agroindustriales presentes en La Región Las Montañas, Veracruz, México, procedentes de industrias como la azucarera, cafetalera, sistema milpa, los cuales destacan por su densidad a ocupación en la región.

Por otro lado, los ectomicorrízicos, se colectan de manera anual, donde la temporada comienza en los meses de mayo y concluye en la primera semana de noviembre, al ser aún un sistema silvestre, dependen de factores como el estado de perturbación con el que cuenta los diferentes ecosistemas donde crecen los hospederos de este recurso forestal no maderable.

Los HCS han sido consumidos desde tiempos ancestrales por los humanos, ya sea como alimento, medicina o para uso ceremonial, es un recurso genético diverso con gran relevancia ecológica, sociocultural, económica, medicinal y biotecnológica en todo el mundo (Guerin-Laguette, 2021). Por lo tanto, tienen un papel primordial que desempeñar en el cumplimiento de la agenda de desarrollo sostenible global de las Naciones Unidas: objetivos 2030.

Los HCS pueden promover la sostenibilidad de los bosques, la conservación de la biodiversidad, la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el mantenimiento de masas forestales, la nutrición y la salud humana, el desarrollo económico, la conservación de los patrimonios bioculturales, el empoderamiento de las mujeres y la mitigación del hambre. Sin embargo, este importante recurso genético ha recibido generalmente una atención marginal a pesar de su importancia estratégica global (Pérez-Moreno, Mortimer, *et al.*, 2021).

Los tres ejes centrales asociados al cumplimiento de la agenda 2030 para el

desarrollo de las naciones unidas donde se puede connotar el involucramiento de la valorización socioeconómica de los HCS son:

- Trabajo decente y crecimiento económico.
- Erradicación de la pobreza y hambre cero.
- Industria, innovación e infraestructura.

2.1 Importancia social de los hongos comestibles silvestres

Los HCS en México están asociados principalmente a la dieta de grupos étnicos debido a percepciones socioculturales. Aunque en México se sufre de enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes e hipertensión, las cuales están asociadas a hábitos en el consumo de alimentos ultraprocesados.

Los HCS resultan una alternativa de un alto valor nutrimental y económico que puede establecer como una cadena valor, como es el caso en el continente asiático, donde culturalmente existe un conocimiento que se ha transferido de manera acertada a las generaciones actuales, dando como resultado ingresos económicos fijos para los grupos más vulnerables, ya que de acuerdo con (Müller, 2011) las comunidades que habitan cerca de las masas forestales han sido históricamente precarizadas en su nivel de desarrollo humano al carecer de ingresos económicos estables o redituables sin tener que recurrir a la destrucción de sus recursos maderables.

El crecimiento de la población en la India ha impulsado un cambio en las prácticas agrícolas hacia alimentos de alta calidad para satisfacer las necesidades nutricionales de todos, con un enfoque en los HCS. Estos se han reconocido como una fuente rica en minerales, carbohidratos, vitaminas y proteínas, además de poseer propiedades funcionales y nutraceuticas. Los HCS son considerados tanto como suplementos dietéticos como potenciales agentes farmacéuticos para abordar una variedad de enfermedades y mejorar la salud, gracias a sus efectos antitumorales, hepatoprotectores, antimicrobianos, antidiabéticos,

inmunomoduladores, antioxidantes y cicatrizantes de heridas, entre otros beneficios (Sarkar *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024).

Los HCS son considerados una delicia en muchas cocinas e incluso se les denomina "carne vegetal" en algunos círculos. Según su uso previsto, los hongos suelen clasificarse como comestibles (54%), medicinales (38%) o silvestres (8%). Solo alrededor de 35 especies de HCS se cultivan para consumo humano, mientras que aproximadamente 200 especies silvestres se utilizan con fines terapéuticos, incluidos hongos como *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus sp.* y *Flammulina velutipes*, que son cultivados (Das *et al.*, 2021; Arunachalam *et al.*, 2022).

La información proporcionada resalta la relevancia social de los HCS, particularmente en el ámbito de la salud y la alimentación. Los HCS ofrecen una variedad de beneficios nutricionales y medicinales, desde propiedades antioxidantes y antimicrobianas hasta efectos hepatoprotectores y anticancerígenos. Estos beneficios pueden contribuir significativamente a la mejora de la salud pública y al tratamiento de enfermedades crónicas como la diabetes, enfermedades cardiovasculares y diversos tipos de cáncer.

Además, el potencial de los HCS como ingredientes funcionales en alimentos procesados y en el envasado de alimentos ofrece oportunidades para promover opciones de consumo más saludables y sostenibles. Su capacidad para mejorar la calidad y seguridad de los productos alimenticios, así como para reducir el desperdicio de alimentos, tiene un impacto positivo en la sociedad al promover hábitos alimenticios más saludables y alentar prácticas de producción más sostenibles.

El reconocimiento de los HCS como fuentes naturales de compuestos bioactivos también destaca su importancia en la investigación científica y el desarrollo de nuevos tratamientos farmacéuticos. Estos avances pueden conducir a terapias más efectivas y accesibles para una variedad de enfermedades, lo que beneficia a la sociedad en su conjunto al mejorar la calidad de vida y reducir la carga

económica asociada con el tratamiento de enfermedades crónicas.

En resumen, la información sobre los beneficios nutricionales, medicinales y tecnológicos de los HCS subraya su relevancia social al proporcionar soluciones innovadoras y sostenibles para mejorar la salud y el bienestar humano, así como para promover prácticas alimentarias más saludables y respetuosas con el medio ambiente (Panda *et al.*, 2024).

Los HCS se encuentran presentes en la cocina urbana mexicana, se han identificado 168 platos diferentes mencionados por los consumidores y clasificados en 23 categorías distintas. Se destacan variedades como el *Lactarius indigo*, conocido localmente como Hongo de leche, y especies como la *Ramaria*, popularmente llamado Patitas de pájaro, entre otros. Estos HCS son utilizados en una amplia gama de platos tradicionales mexicanos, incluyendo mole, pozole, tacos y enchiladas, donde se utilizan como rellenos, así como en preparaciones influenciadas por otras culturas, como la italiana, donde se incorporan en platos como pastas y pizzas.

A pesar de su costo elevado y su disponibilidad estacional, los HCS son apreciados por los consumidores urbanos, incluso en tendencias dietéticas emergentes como el vegetarianismo y el veganismo, lo que demuestra su versatilidad y su importancia en la diversificación gastronómica. Esto es importante dada la tendencia decreciente en el consumo de proteína animal en algunos estratos de la población en países más desarrollados (Molina-Castillo *et al.*, 2023).

Los HCS son una adición deliciosa y nutritiva a la dieta. Son una excelente fuente de proteínas, fibra, vitaminas del complejo B, como la riboflavina (B2), niacina (B3) y ácido pantoténico (B5), así como también minerales como el selenio, el potasio y el fósforo. Además de su valor nutricional, los HCS también añaden una profundidad de sabor a los platos, gracias a su contenido de glutamato, que es responsable del sabor umami.

El umami es uno de los cinco sabores básicos, junto con el dulce, salado, ácido y amargo. El umami se describe comúnmente como un sabor sabroso, carnosos o salado, y es especialmente pronunciado en alimentos ricos en glutamato, como los HCS, el queso parmesano, el tomate, el miso y el extracto de levadura.

Los HCS son un alimento completo ya que proporcionan nutrición, satisfacen el paladar y satisfacen las necesidades fisiológicas del cuerpo. Los HCS obtienen su distintivo sabor umami de las sales de sodio de los aminoácidos libres y los nucleótidos 5'. Umami, comúnmente conocido como el sabor sabroso, es simplemente el sabor general de los alimentos que se mejora con el glutamato monosódico (Zheng *et al.*, 2023).

2.2 Importancia económica de los hongos comestibles silvestres

El precio de los HCS frescos depende de una serie de factores diferentes: la manera en cómo se cotiza una especie determinada en determinados mercados locales, el área de cultivo (p. ej., la cosecha de hongos es más apreciada para las áreas de crecimiento que tradicionalmente se consideran típicas de esa especie en particular), la oferta local y global (que pueden variar estacionalmente) y la demanda relacionada en el mercado internacional y, por último, pero no menos importante, la clasificación merceológica de los diferentes grados.

En el caso de *T. matsutake* y *Boletus* frescos, la clasificación se basa en características similares: tamaño, estado de desarrollo, presencia de alteraciones por parásitos, roturas u otras razones. Para el *Matsutake*, por ejemplo, las categorías más caras son para los especímenes que son de gran tamaño, no abiertos en buen estado, libres de insectos, frescos y con un olor elegante (Yang *et al.*, 2008).

También ha surgido una caída en la producción internacional de HCS, que está bien documentada históricamente para países que son consumidores tradicionales de HCS, es decir, *Boletus* en Italia, *Matsutake* en Japón y trufa

negra en Francia (Saito y Mitsumata, 2008; Yang *et al.*, 2008). La disminución de la producción de HCS también está ocurriendo más recientemente en algunos países que anteriormente han sido importantes en la cadena mundial de proveeduría de HCS (Yun y Hall, 2004; Yang *et al.*, 2008).

Tal declive lleva a los operadores de empresas alimentarias a buscar nuevas áreas geográficas para abastecer tanto el mercado interno como el de exportación. México y países como Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, por ejemplo, tendrían potencial para explotar, para la exportación, la producción de porcini (*Boletus* sect. *Boletus*), *Suillus luteus* s.l. y también rebozuelos (*Cantharellus* spp.), *Amanita caesarea complex*, y otras especies de HCS, especialmente al favorecer la elaboración de productos congelados y conservados (Martínez-Carrera *et al.*, 1998; Pérez Moreno *et al.*, 2009; Deschamps, 2002).

Alrededor del mundo se ha documentado la importancia económica de los HCS uno de ellos es una nueva especie nombrada *Tricholoma colposii*. Esta especie tiene un valor significativo en las comunidades donde crece, con precios de venta al por mayor que oscilan entre MX\$600 y MX\$800 por kg.

Aunque estos precios pueden parecer bajos en comparación con otras variedades de HCS, como el *T. matsutake*, que puede alcanzar hasta USD\$1,000 por kg, representan un ingreso importante para las personas locales cuyos salarios diarios son de MX\$150 a MX\$170. La comercialización de *T. colposii*, en su mayoría a compradores japoneses es un aspecto crucial de la economía local, y su recolección sostenible es fundamental para evitar la sobreexplotación y mantener su valor económico a largo plazo (Ayala-Vásquez *et al.*, 2022).

Hablando en términos económicos, los HCS de Angola tienen el potencial de generar impactos significativos en varios aspectos:

Generación de ingresos: la recolección, producción y comercialización de HCS pueden convertirse en una fuente de ingresos importante para las comunidades

locales, especialmente en áreas rurales donde las oportunidades de empleo son limitadas. Esto podría ayudar a diversificar las fuentes de ingresos y reducir la dependencia de actividades económicas tradicionales.

Exportaciones: con la creciente demanda internacional de alimentos naturales y saludables, los HCS de Angola podrían tener un mercado potencial en el extranjero. La exportación de HCS, especialmente si se cultivan de manera sostenible y se certifican como orgánicos, podría generar divisas para el país y contribuir a la balanza comercial.

Desarrollo de la industria: el establecimiento de una industria de HCS en Angola podría estimular el desarrollo de infraestructuras relacionadas, como instalaciones de procesamiento, transporte y almacenamiento. Esto a su vez podría crear empleo en sectores asociados y aumentar la actividad económica en general.

Valor agregado: además de su uso directo como alimento, los HCS también pueden ser procesados para producir una variedad de productos de valor agregado, como polvos, extractos y suplementos dietéticos. Estos productos pueden tener márgenes de beneficio más altos y agregar valor a la cadena de suministro.

Micoturismo: el potencial de los HCS como atracción turística, especialmente para ecoturistas y entusiastas de la naturaleza, no debe subestimarse. Los tours de recolección de HCS, la promoción de la biodiversidad y la conservación de los hábitats forestales pueden generar ingresos adicionales a través del turismo sostenible.

En resumen, los HCS de Angola tienen el potencial de contribuir significativamente al desarrollo económico del país a través de la generación de ingresos, exportaciones, desarrollo industrial, valor agregado y turismo. Sin embargo, es importante abordar los desafíos relacionados con la sostenibilidad, la certificación de calidad y la comercialización para aprovechar completamente

estas oportunidades económicas (Kissanga *et al.*, 2022).

La relevancia económica de los HCS en la comunidad de San Pedro Tlalcuapan, Tlaxcala, México se manifiesta a través de varios aspectos:

Valor de mercado: aunque la mayoría de las familias se dedican a la extracción para subsistencia, el HCS *T. floccosus* destaca por su alto valor en el mercado debido a su rareza y ubicación remota en bosques de Abies fuera del territorio comunitario.

Contribución a la economía familiar: a pesar de la baja participación en el mercado, la recolección de HCS sigue siendo una actividad económica importante para muchas familias, ya que proporciona una fuente adicional de ingresos y alimentos.

Potencial de generación de ingresos: la conservación y gestión sostenible de los HCS podría ofrecer oportunidades adicionales para el desarrollo económico local, especialmente a través de la promoción de prácticas de extracción adecuadas y la valoración de los recursos forestales.

Culturalmente arraigado: además de su valor económico directo, los HCS también tienen una importancia cultural significativa en la comunidad, lo que refuerza su relevancia económica al mantener y fortalecer los lazos tradicionales con el entorno natural y fomentar la transmisión intergeneracional de conocimientos y prácticas (Bello-Cervantes *et al.*, 2023)

Los HCS, recolectados de las regiones de Yozgat y Tokat en Turquía, presentan una relevancia económica específica debido a su disponibilidad local y su potencial para la comercialización tanto a nivel regional como nacional. Estas especies de HCS, como *Morchella elata*, *Macrolepiota procera*, *Cantharellus cibarius*, entre otras, son conocidas por su valor culinario y nutricional, lo que puede aumentar su demanda en los mercados locales y en la industria gastronómica.

La recolección y venta de estos HCS en las regiones mencionadas pueden representar una fuente de ingresos importante para las comunidades locales, especialmente en áreas donde la actividad económica principal puede ser limitada. La presencia de estas especies de HCS en el área puede contribuir a la economía local al ofrecer oportunidades de empleo en la recolección, procesamiento y comercialización de los HCS.

Además, la singularidad de las especies de HCS encontradas en estas regiones específicas puede ser un factor que aumente su valor económico, ya que pueden ser consideradas como productos autóctonos y únicos que atraen a los consumidores interesados en la gastronomía local y en la exploración de ingredientes tradicionales.

En resumen, la recolección y comercialización de HCS en las regiones de Yozgat y Tokat en Turquía pueden tener una relevancia económica significativa al proporcionar una fuente de ingresos local, promover el turismo gastronómico y destacar la diversidad biológica y cultural de la región (Bengu, 2020).

La importancia económica de las especies de *Phlebopus*, se destaca lo siguiente:

Valor alimenticio y nutricional: las especies de *Phlebopus* son una fuente valiosa de alimento, con alto contenido de fibra y bajo contenido de carbohidratos, calorías y grasas. Por ejemplo, se estima que *Phlebopus portentosus* tiene un contenido proteico del 24.2%, mientras que *Phlebopus colossus* de Tailandia se reporta con un contenido de proteínas del 37.7% y carbohidratos del 44.9% en materia seca. Además, el precio local promedio de *Phlebopus portentosus* en Tailandia es de alrededor de 167 baht/kg, mientras que en China puede alcanzar hasta 10-15 USD/kg.

Valor medicinal: se ha demostrado que los HCS, incluidas algunas especies de *Phlebopus*, tienen propiedades medicinales, como efectos antioxidantes, anticancerígenos y antialérgicos. Por ejemplo, se han identificado siete compuestos secundarios en *Phlebopus portentosus* y *Phlebopus spongiosus*,

además de dos nuevos compuestos aislados. Estos compuestos pueden tener aplicaciones terapéuticas potenciales.

Valor etnomicológico: las especies de *Phlebopus* son altamente valoradas en muchas comunidades por su sabor y valor nutricional. Por ejemplo, *Phlebopus portentosus* se vende a precios elevados en mercados locales y regionales de Asia, con un precio de hasta 10-15 USD/kg en China.

Cultivo y comercio: aunque se han desarrollado técnicas de cultivo para especies como *P. portentosus* y *P. spongiosus*, hay un potencial significativo para expandir la producción a gran escala de estas especies y otras dentro del género *Phlebopus*. Por ejemplo, desde 2016, una empresa china ha cultivado *P. portentosus* a gran escala. Esto podría proporcionar oportunidades económicas para agricultores y comunidades locales (Raghoonundon *et al.*, 2021).

2.3 Situación global de los hongos comestibles silvestres

El estatus de los HCS se determina conociendo la situación global de estos en los principales países productores y consumidores de este tipo de recurso forestal no maderable, por tal motivo es importante conocer la importancia de este recurso en lugares como China, Unión Europea, Italia, Tailandia, India, Nigeria, Nueva Zelanda, los Estados Unidos de América (USA) y México, es así como a continuación se aborda el estatus de los HCS en dichos lugares.

2.3.1 China

En China se consumen los HCS a través de una tradición milenaria, no solo como una fuente de alto contenido nutrimental y nutracéutico. También como componentes de la medicina tradicional china; lo que dimensiona el valor sociocultural y económico de este recurso ancestral que contiene principales compuestos nutrimentales (cenizas, grasas, carbohidratos, fibra, proteínas), aminoácidos esenciales y no esenciales, (P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu), vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, tocoferol, vitamina D), compuestos organolépticos, aromáticos, antioxidantes y también en compuestos orgánicos

menos estudiados que aún no se han analizado (lectina, adustina, ribonucleasa y nicotina) de los HCS (X. M. Wang *et al.*, 2014).

La rica cantidad de proteínas, carbohidratos, minerales esenciales y los bajos niveles de calorías hacen que muchos HCS sean un buen alimento para el consumidor, que prácticamente se puede equiparar con la carne, huevos y leche. El valor medicinal potencial también es alto, incluyendo reforzar el sistema inmunitario, controlar los lípidos en sangre, función antitumoral y así sucesivamente (X. M. Wang *et al.*, 2014).

Dentro de las especies que tienen un comercio mundial altamente valorizado se encuentra matsutake un complejo de especies, que tradicionalmente se asocia a Japón por su valor gastronómico y medicinal. En la asociación con su hospedero *Pinus densiflora*. Suelen comenzar la fructificación cuando el hospedero alcanza una edad entre 10 a 20 años.

La recolección y el comercio de esta especie representa una importante fuente de sustento para los agricultores locales chinos, especialmente en las zonas rurales, donde los ingresos per cápita son bajos. Por lo cual, la demanda tanto del mercado interno como de exportación genera una sobreexplotación en los bosques y entornos naturales de *T. matsutake* alcanzando registros bajos como el caso de la región más prolifera Shangri-La, la cual es la más importante en producción en todo China (Y. Wang *et al.*, 2017).

Esta problemática en la última década fue abordada con estudios biotecnológicos (genómica, metagenómica) para comprender mejor la fisiología ectomicorrízica de *T. matsutake* estos avances prometen ofrecer una alternativa de producción de plantas ectomicorrizadas con mayor efectividad y equilibrar la producción sostenible (Yun Wang *et al.*, 2012).

2.3.2 Unión Europea

La creciente demanda de un mercado como el de la UE requiere de productos que se les considere de alta calidad que cubran con determinadas características

que los infieran de calidad superior, donde entran los HCS que han crecido en demanda en especies locales, pero también en aquellas que provienen del continente asiático.

Sin embargo, las especies endémicas de la zona UE se han focalizado como fuentes de sustancias bioactivas puras; pero dejando de lado la tradición etnomicológica y un amplio potencial farmacológico prometedor mediado a través de mecanismos definidos (antitumoral, antiinflamatorio, antioxidante y antibacteriano).

El número de estudios biológicos y farmacológicos de productos químicos modernos sigue siendo relativamente pequeño, y algunas especies de hongos no se han estudiado en absoluto. Desafortunadamente, no se pueden encontrar estudios clínicos válidos. A diferencia del caso de las drogas a base de hierbas y hongos de la medicina tradicional china, se encuentra lejos de explorar exhaustivamente este potencial.

Los hongos de la medicina tradicional europea tienen potencial para ser usados en la medicina moderna, colaboración interdisciplinaria, participación de la industria farmacéutica, sin embargo, se necesita tiempo y dinero para explorar este potencial no solo en forma de suplementos dietéticos sino también en la forma de medicamentos aprobados (Gründemann *et al.*, 2020).

Estudios actuales han dejado de explorar el espectro sobre el contenido de endotoxinas y su contribución a los efectos inmunoestimulantes observados en los diversos HCS, así como la ingesta de hongos medicinales sobre la función y composición de la microbiota intestinal y viceversa la liberación de sustancias inmunomoduladores de esta población bacteriana.

Las tareas importantes son garantizar procedimientos de cultivo sostenibles, el desarrollo de métodos de flujo descendente adecuados según sobre el producto previsto (polvo, extracto, compuesto puro), definición de parámetros de calidad (identidad, pureza, contenido de sustancias biológicamente activas) compuestos

o componentes analíticos de plomo) y métodos para la calidad, control y formulación (Lindequist, 2013).

Los hongos medicinales asiáticos se venden principalmente como suplementos dietéticos con una calidad a menudo indefinida. Estudios anteriores han demostrado grandes problemas en la calidad y estandarización de esos preparados. Determinación del contenido de β -glucano en productos preparados a partir de Shiitake, *Lentinula edodes*, condujo a resultados muy diferentes dependiendo sobre el método analítico utilizado. Incluso los preparados con declaraciones similares de contenidos de polisacáridos y β -glucano tenían diferencias inmunológicas (Gründemann *et al.*, 2015).

2.3.3 Cultivo de *Lactarius* en Italia

Desde el siglo XIX se ignoró a los HCS a excepción de las trufas. Poitou (1970) finalmente rompió la insuficiencia cuando cultivó *Lactarius deliciosus* y *Suillus granulatus* en los laboratorios del Institut National de la Recherche Agronomique's en Pont-de-la-Maye, Francia.

Sin embargo, pasaron otros 20 años antes de que Yun Wang trabajara en el Centro Agrícola de Invermay cerca de Dunedin, Nueva Zelanda donde pudo iniciar el cultivo rutinario de *L. deliciosus* y finalmente su propagación a Europa y su introducción posterior en Yunnan, Tíbet y Sichuan a partir de 2014 (D. Wang *et al.*, 2021).

2.3.4 Tailandia

La especie *Phlebopus spongiosus*, es un hongo ectomicorrícico comestible autóctono del norte de Tailandia. Este hongo tiene la capacidad de producir cuerpos fructíferos sin necesidad de un hospedero. El cultivo tecnológico de *P. spongiosus* y los experimentos de cultivo indicaron que el micelio fúngico podría colonizar completamente el sustrato de cultivo durante un período de 85 a 90 días después de la inoculación del inóculo líquido.

Los primordios se indujeron a temperaturas más bajas, alta humedad y un fotoperíodo de doce horas. Los cuerpos fructíferos maduros se desarrollaron a partir de cuerpos fructíferos jóvenes en un período de una semana. La mejora del rendimiento del cultivo de *P. spongiosus* se determinó mediante estimulación pulsada de alto voltaje.

Los resultados indicaron que el mayor grado de formación primordial, número de cuerpos fructíferos maduros y valores de peso total se obtuvieron en experimentos de cultivo que involucraron un alto voltaje de 40 kilovoltios. El peso total de los hongos aumentó 1.4 veces después de aplicar pulsos de alto voltaje en comparación con el control. Además, los resultados revelaron que el tamaño del cuerpo fructífero y la composición próxima de los cuerpos fructíferos de los tratamientos de estimulación de alto voltaje no fueron diferentes del control.

Esta investigación proporciona información valiosa sobre técnicas de cultivo exitosas y mejora del rendimiento mediante estimulación pulsada de alto voltaje para la fructificación comercial a gran escala de producción de *P. spongiosus* (Kumla *et al.*, 2022).

2.3.5 India

Durante el período 2015-2019, se recolectaron e identificaron un total de 131 especies de hongos en el área de estudio de Azad Jammu y Cachemira. De estas especies, 97 fueron reportadas como nuevas para el estado. La familia de hongos más común fue *Russulaceae*, con 23 especies, seguida de *Agaricaceae*, con 16 especies. Algunas de las especies de hongos más destacadas incluyeron *Coprinus comatus*, *Lactarius sanguifluus*, y *Amanita fulva*.

Asimismo, se identificaron HCS y medicinalmente importantes como *Sparassis crispa*, *Pleurotus sp.*, y *Laetiporus sulphureus*. Estos hallazgos sugieren que la recolección y venta de hongos macrocomestibles en esta área pueden tener un impacto significativo en la economía local y la seguridad alimentaria (Ullah *et al.*, 2022).

2.3.6 Nueva Zelanda

El cultivo de HCS ha progresado mucho desde el primer cultivo de *Tuber melanosporum* en 1977, pero aún está en sus inicios. Se requieren cinco pasos de cultivo: (1) síntesis de micorrizas, (2) desarrollo y aclimatación de micorrizas, (3) plantación de plántulas de micorrizas, (4) inicio de la fructificación y (5) realización de huertos de árboles.

Se conocen ejemplos de éxitos y desafíos asociados con cada paso, incluida la fructificación de los prestigiosos rebozuelos en Japón recientemente. Se destaca los desafíos en el establecimiento de huertos de árboles de alto rendimiento. Sobre el seguimiento de dos huertos establecidos entre *Lactarius deliciosus* (Saffron milk cap) y pinos en Nueva Zelanda.

Los rendimientos de las tapas de leche de azafrán alcanzaron 0.4 y 1 100 kg ha⁻¹ bajo *Pinus radiata* y *P. sylvestris* 6 y 9 años después de la siembra, respectivamente. El cierre del dosel comenzó con *P. radiata* 7 años después de la siembra, seguido de una reducción drástica de los rendimientos, mientras que los rendimientos de *P. sylvestris* aún oscilaban entre 690 y 780 kg ha⁻¹ después de 11 años, sin cierre del dosel.

El establecimiento de ensayos de campo a gran escala para predecir los rendimientos es crucial para hacer realidad el cultivo de HCS en el panorama agrícola del mañana. El cultivo sostenible de HCS utilizando árboles en tierras no boscosas podría contribuir al almacenamiento de carbono, al mismo tiempo que proporciona ingresos y otros servicios ecosistémicos (Guerin-Laguette, 2021).

2.3.7 Nigeria

A la producción de hongos se le ha atribuido amplia gama de propiedades farmacológicas benéficas, tales como efectos antiinflamatorios y antidiabéticos (Lee *et al.*, 2012). Por lo cual estos pueden beneficiar el tratamiento de diabetes y enfermedades relacionadas con la inflamación. Se ha demostrado que la presencia de los terpenoides muestra una amplia gama de beneficios farmacológicos que

van desde antipalúdicos, antiinflamatorios y anticancerígenos, entre otros muchos beneficios más (Guangyi Wang *et al.*, 2005; Thoppil y Bishayee, 2011)

Las valiosas propiedades farmacológicas también se han atribuido a la presencia de alcaloides en el sistema nervioso autónomo, los vasos sanguíneos, el sistema respiratorio, el tracto gastrointestinal, y se ha demostrado que son efectivos contra enfermedades malignas, infecciones y malaria.

Los compuestos fenólicos son antioxidantes y exhiben un amplio espectro de propiedades medicinales como anticancerígeno, antiinflamatorio, se han encontrado componentes importantes en el caso de Nigeria en las siguientes especies *C. cibarius*, *T. robustus*, *T. manniformis*, *P. pulmonarius*, *P. ostreatus*, *L. deliciousus*, *A. aurícula*, *H. erinaceus* (Nicola Sitta y Paolo Davoli, 2012).

2.3.8 EUA

Los HCS son los más preciados en el mundo. Se incluye en este grupo desde las trufas, rebozuelos, matsutake, porcini (*Bolétales*) y colmenillas (*Morchellas*). Todos estos HCS son de ciclos de vida complejos que han complicado su producción artificialmente.

Al contrario de lo que se pensaría, se han logrado grandes avances en innovaciones biotecnológicas para la producción artificial para poder mantener una producción sostenible de estos importantes recursos forestales no maderables, principalmente en EUA uno de los más importantes mercados mundiales de HCS (Kaiser y M. Ernst, 2022).

En 2001 se publicó una estimación detallada del presupuesto para la producción de trufas negras en el valle Willamette de Oregón como tesis de pregrado en la Universidad Estatal de Oregón. Los presupuestos de producción detallados, pero hipotéticos, indicaban que, en dólares de 2001, un productor tendría costos de establecimiento acumulados de alrededor de \$35 000 por acre antes de comenzar a generar retornos positivos.

Aproximadamente la mitad de estos costos fueron para la compra de árboles más el riego y la electricidad necesarios para establecer los árboles; una parte sustancial de los gastos de establecimiento estimados eran gastos de intereses, la ganancia estimada para el productor de un huerto en plena producción fue de \$9 678 por acre anualmente.

Esta cantidad se realizó solo después del tercer o cuarto año de producción, que se estimó en 10 años después del establecimiento. Según se informa, el costo del establecimiento de huertos en Oregón, a partir de 2015/2016, ha disminuido un poco con respecto a esa estimación. Los costos probables de establecimiento serían similares a los de árboles frutales perennes, entre \$15 000 y \$20 000 por acre (Kaiser y M. Ernst, 2022).

2.3.9 México

Actualmente, el reto del aprovechamiento de los bosques es desarrollar una gestión forestal sostenible para la satisfacción equitativa de las necesidades humanas presentes y futuras, desde un triple enfoque: económico, ambiental y sociocultural. La tendencia es que los bosques se conviertan en espacios multifuncionales para el logro de la sustentabilidad forestal (Boyd y Banzhaf, 2007).

A pesar de que el uso de los HCS y alucinógenos data de la época prehispánica, los estudios micológicos al respecto surgen sobre todo en la década de los cincuenta en la población de Huautla de Jiménez, en Oaxaca, donde una pequeña comunidad indígena usaba los hongos sagrados (alucinógenos), con fines religiosos, morales o de salud. Derivado de ello tomaron lugar desplazamientos de personas interesadas en experimentar su consumo (Guzmán, 2016).

Tanto la recolección como el cultivo de HCS, a pequeña y gran escala, constituyen procesos productivos primarios que pueden ser llevados a cabo por el sector social y por el sector privado. El sector social está integrado por aquellas

personas y organizaciones que no dependen del sector público y que son ajenas al sector privado, tales como campesinos, ejidatarios, comunidades agrícolas, pequeños propietarios, sociedades de producción rural, asociaciones campesinas, y cooperativas.

Por su parte, el sector privado incluye el sector económico ajeno al control directo del estado, sin embargo, recibe su acción inductiva e involucra las actividades propias de la empresa privada orientadas a satisfacer las necesidades de bienes y servicios que demanda la sociedad. Interesante es el caso de las comunidades indígenas y campesinas asociadas a regiones boscosas en México, donde sus asociaciones pueden desarrollar, incluso simultáneamente, tanto la recolección como el cultivo de HCS.

En este caso, ambos procesos productivos primarios son considerados como actividades extra-agrícolas llevadas a cabo por el sector social. En el sector privado, el cultivo de hongos comestibles a pequeña o gran escala se considera parte de la producción agropecuaria, en cuanto a micro, pequeña, mediana y gran empresa o como agroindustria no convencional.

Los HCS son importantes tanto para regular el ecosistema como para los recolectores que habitan en las áreas boscosas. La sustentabilidad de la actividad micoturística solamente será posible a través de estrategias encaminadas a fortalecer la capacidad técnica y organizativa de los poseedores de los recursos naturales, y así dar lugar a la revaloración del bosque (Pellicer-González *et al.*, 2002).

Esta circunstancia presenta oportunidades y retos que deben ser atendidos, por lo que se propone tanto la intervención científica como la aplicación de nuevos enfoques para lograr un equilibrio entre las necesidades del ser humano y la protección y conservación de los recursos naturales (Alvarado-Castillo y Benítez, 2009).

En la literatura se han documentado aspectos del conocimiento micológico

tradicional respecto de su sistemática, etnoecología, usos y prácticas de recolecta. Las especies más importantes fueron *Hypomyces lactifluorum*, *Amanita complex*, *Amanita caesarea*, *Ramaria spp.* y *Lyophyllum decastes*. A partir de las evidencias aquí presentadas, se sugiere que las especies de hongos de mayor importancia económica son aquellas que tienen un abasto alto en los mercados, así como un beneficio alto en las ganancias de los vendedores (Larios-Trujillo *et al.*, 2019).

En el caso de los grupos étnicos, en general, las diferencias socioculturales no afectaran la transmisión del conocimiento micológico tradicional (TMK), debido a la valorización de este conocimiento entre las generaciones jóvenes y el mantenimiento del uso de recursos silvestres. Específicamente, los Wixaritari que tienen y preservan un mayor TMK gracias a su orgullo por su identidad cultural, lo que les había permitido adaptarse a la modernidad mientras conservaban sus tradiciones y conocimientos (Haro-Luna *et al.*, 2022).

2.4 Casos de éxito

Existen numerosos casos de éxito de innovación y adaptaciones biotecnológicas que permiten aprovechar este recurso forestal no maderable, del cual México es el segundo reservorio de especies comestibles más grande, solo después de China, en los últimos años se han realizado investigaciones en diferentes partes del mundo con la finalidad de revalorizar este recurso no maderable, algunos casos tales como el micoturismo, la micosilvicultura, la inclusión de grupos étnicos, las cooperativas de mujeres y el empoderamiento de mujeres se presentan a continuación.

2.4.1 Revalorización de los hongos comestibles silvestres

El comercio internacional de los HCS ha aumentado exponencialmente en los últimos años. Los datos apuntan a cambios estructurales en los mercados mundiales de compraventa de este recurso forestal no maderero, cada vez más importante en la sociedad de muchos países. Las razones por las que los países

intercambian estos productos recolectados parecen estar cambiando, lo que hace necesario interpretar dichos cambios a partir de explicaciones alternativas de la teoría del comercio internacional.

La presente investigación ofrece un estudio mundial de estos cambios, analizando la evolución de los índices de comercio intraindustrial de HCS de un amplio abanico de países, a partir de datos de transacciones comerciales exteriores de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Los principales resultados muestran que lo que está impulsando estos cambios parece ser la modificación de la demanda mundial de estos productos, con cambios en los hábitos de consumo que conllevan una importante diversificación de la demanda.

Para medir el comercio intraindustrial se ha utilizado una miríada de indicadores variados. Las propuestas realizadas por diversos autores a lo largo de los años han tratado de abordar los dos principales problemas que se plantean a la hora de medir este fenómeno; a saber, la relación entre el nivel de desagregación estadística y su vinculación con el marco teórico que pretenden explicar (Sequeiros Tizón y Redondo, 2003).

La idea de que están surgiendo nuevos factores que parecen estar impulsando el comercio de HCS entre países, donde los cambios relacionados con la evolución de los ingresos y los hábitos de consumo podrían explicar en mayor medida este cambio de paradigma. Así pues, el intercambio parecería explicarse más por las nuevas teorías comerciales, que parecen reflejar, con mayor exactitud, reflejan con mayor precisión las relaciones comerciales entre países desarrollados (De Frutos, 2020).

Las HCS contribuyeron positivamente a la generación de ingresos en las comunidades de Benna y Hehe. Además, pueden servir como fuente vital de alimentos nutritivos y, si se explotan bien, pueden contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional, especialmente en las zonas rurales. La conservación sostenible de los bosques también puede lograrse mediante métodos de recolección adecuados que garanticen el suministro continuo de setas.

Las comunidades de las zonas rurales en las que se recolectan setas estacionalmente como fuente de generación de ingresos y alimentos deben ser concienciadas sobre su correcto aprovechamiento, procesamiento y conservación. La domesticación y el cultivo de HCS deberían ser prioritarios para una producción sostenible (Baraka Luca Chelela *et al.*, 2014).

La recolección de HCS con fines recreativos, para consumo doméstico o para abastecer pequeños mercados locales ha sido tradicionalmente una actividad popular en las zonas rurales de Finlandia. Los datos para el análisis se recogieron mediante entrevistas con la dirección de la mayor empresa de HCS de Finlandia y una amplia encuesta a los recolectores que abastecen a la empresa (Cai *et al.*, 2011).

Aunque alrededor del 25% de los recolectores, sobre todo los que trabajan en verano, recogen cantidades insignificantes y parecen tener motivos principalmente recreativos, más de uno de cada cinco recolecta casi como una ocupación a tiempo completo durante la temporada durante 45 días. En la temporada de 2008, estos recolectores profesionales ganaron una media de 1224 EUR, lo que supera el 5% de los ingresos netos anuales medios de los hogares en Finlandia.

En el continente asiático se han hecho trabajos donde para recopilar los datos se utilizaron encuestas sobre el terreno y entrevistas semiestructuradas en profundidad, como los datos etnomicológicos de 67 informantes en el verano de 2015. En Chuxiong se han registrado abundantes y diversos recursos genéticos silvestres y una amplia cadena de producción de HCS. Sin embargo, debido a la sobreexplotación, se enfrentan a amenazas cada vez mayores.

Se proponen sugerencias para permitir un uso sostenible de los recursos de HCS, entre las que se incluyen, la promoción de la diversificación del transporte, el desarrollo del cultivo de HCS para mejorar la calidad y el suministro y reducir la presión de la recolección, la mejora de la concienciación pública para la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible, y la promoción del

ecoturismo y el desarrollo de la restauración de hongos en el turismo rural agroalimentario y slow-food (Liu *et al.*, 2018). En México se realizó una investigación con la finalidad de documentar por primera vez el conocimiento biocultural relacionado con el uso, nomenclatura y clasificación de los HCS por parte de la cultura mazateca, cuna de la etnomicología. Se realizaron un total de 291 entrevistas utilizando métodos etnomicológicos numéricos, durante las épocas de lluvia, entre 2017 y 2021.

Con base en el conocimiento de expertos locales, se recolectaron especímenes de HCS con relevancia biocultural. Se documentó información sociodemográfica, conocimiento de hongos silvestres y sus usos, nomenclatura local, usos culinarios y transmisión de conocimientos tradicionales.

Este estudio etnomicológico aborda un estudio completo de los HCS con importancia biocultural en la etnia, donde surge la etnomicología como disciplina. Los estudios previos relacionados con los hongos con el pueblo mazateco se centraron exclusivamente en los hongos enteogénicos, dejando de lado cuestiones primordiales relacionadas con el conocimiento micológico tradicional de los recursos fúngicos locales, incluida su comestibilidad y relevancia cultural. Todos los entrevistados consumieron hongos, lo que indica altos niveles de micofilia.

Se identificaron 27 especies, todas ellas con nombre nativo mazateca. Especies de *Pleurotus*, *Auricularia*, *Cantharellus* y *Schizophyllum* spp. mostraron altos índices de valor cultural. En la investigación realizada se obtuvo que el conocimiento etnomicológico de la cultura mazateca es prolífico y está relacionado con la cosmovisión, creencias y tradiciones de los recursos naturales locales. Los conocimientos micológicos se conservan actualmente entre los mazatecos y aún se transmiten a las nuevas generaciones a pesar de fuertes procesos de transculturación (Ríos-García *et al.*, 2023).

2.4.2 Micoturismo

Como primero de los seis elementos del turismo, la comida es una parte importante de las actividades turísticas. Como importante motor del desarrollo económico de los destinos turísticos, el turismo gastronómico desempeña un papel cada vez más importante en el turismo y se ha convertido gradualmente en un importante eje que conecta turistas, residentes locales y destinos turísticos.

Este estudio toma como ejemplo HCS de Yunnan. Para resolver el problema de la considerable interferencia humana en la investigación del turismo, este estudio propone un nuevo método de investigación basado en el modelo PPM el cual es un nuevo método de investigación.

Tomando como ejemplo el turismo gastronómico, se obtuvieron datos de primera mano mediante encuestas sobre el terreno y se utilizaron la prueba de fiabilidad y validez, el análisis factorial y la prueba de ajuste para establecer un sistema de índices que los dos modelos pudieran utilizar colectivamente de fiabilidad y validez, el análisis factorial y la prueba de ajuste para establecer un sistema de índices que los dos modelos pudieran utilizar colectivamente para ver las similitudes y diferencias (Lin *et al.*, 2023).

A partir del análisis de diversos casos de micoturismo en el mundo, se pueden concebir tres enfoques bajo los cuales se ha desarrollado la actividad: a) el enfoque micogastronómico, lo sitúa entre naturaleza y cultura, donde el turista se desplaza para degustar los recursos micológicos y al mismo tiempo hacer uso de los servicios e infraestructuras turísticas del entorno, en un tránsito que va de la tierra al plato; b) el enfoque micopaisajístico en el cual la experiencia y el disfrute están ligados al medio natural, a la apreciación de paisajes y la observación de otros elementos naturales alrededor de los hongos; y c) el enfoque etnomicológico, relacionado con el conocimiento tradicional de los grupos étnicos, incluidos los usos y significados que permitan asegurar su reproducción social a través del tiempo y el espacio (Buntgen *et al.*, 2017; Jiménez-Ruiz *et al.*, 2017).

En algunas regiones sin conocimiento tradicional micológico, el micoturismo se

puede concebir a partir de los dos primeros enfoques, sin embargo, en países como México los hongos siempre están ligados a los recolectores tradicionales y su cultura, por lo que la actividad recreativa suele estar más relacionada con el tercer enfoque.

2.4.3 Micosilvicultura

La dinámica de la composición de la población de hongos forestales es influenciada por la edad de los árboles hospedantes asociados. Informes de los rendimientos de hongos forestales por clase de edad son extremadamente variables entre los tipos de bosques, por lo que los consejos para las prácticas de manejo forestal se limitarían a las áreas estudiadas. Por ejemplo, *L. sanguifluus* tiene mayor producción en pinares jóvenes (<50 años) del prepirineo. En consecuencia, en esta región, el bosque, el manejo de esta especie debe estar dirigido al mantenimiento de rodales forestales jóvenes (Savoie y Largeteau, 2011).

2.4.4 Inclusión de grupos étnicos

El modelo analiza tres estrategias principales para el manejo de hongos (diversificación de la explotación forestal, e incorporación de la función del suelo al desarrollo de tecnología forestal y fúngica); en cada caso también se discutió la viabilidad y la infraestructura necesaria para implementarlo. Se identificaron 159 taxones de hongos útiles que proporcionan información sobre su hábito, sustrato, abundancia y uso registrado. Trece taxones fueron ascomicetos y 146 basidiomicetos; pertenecientes a 42 familias y 73 géneros. Un total de 38 taxones (23,9%) fueron nuevos registros para el estado de Oaxaca (Garibay- Orijel *et al.*, 2009).

Esta es, hasta la fecha, la lista más completa de hongos útiles presentada en México. Demuestra la enorme diversidad micológica de estos recursos presentes en la cordillera de Juárez. Un total de 113 especies fueron comestibles, 38 especies tienen aplicaciones directas en el manejo forestal, 19 especies tienen

propiedades medicinales, 12 son tóxicas y 12 especies han registrado aplicaciones biotecnológicas.

La diversidad y heterogeneidad de los usos potenciales de estos recursos representan una oportunidad desafiante para las comunidades locales. La diversificación de productos es una estrategia fundamental para integrar un modelo de explotación forestal sostenible. Se concluye que las comunidades que desarrollan actividades forestales deben conocer las propiedades funcionales de los hongos ectomicorrízicos y saprófitos para incluirlos en sus propios planes de manejo forestal.

También se esbozó una serie de pasos comunes para iniciar prácticas forestales sostenibles y diversificadas, que incluyen: sensibilización dirigida a las autoridades locales y técnicos forestales sobre la importancia ecológica de los hongos; catálogos ilustrados sobre especies útiles accesibles a todas las comunidades, que permitirían la identificación taxonómica de todas las especies; capacidad técnica local para obtener y diseminar cepas de hongos micorrízicos y saprófitos; obtención de recursos para desarrollar infraestructura para el cultivo de hongos

2.4.5 Promoción de cooperativas lideradas por mujeres

El género es una de las principales variables que influyen en la distribución del conocimiento local. Las mujeres participan en todas las etapas de la utilización de HCS, desde la recolección hasta el procesamiento y comercialización. El conocimiento micológico local incluye el uso de hongos como alimento, medicina y objetos recreativos, así como una ayuda a las economías domésticas estacionales.

Las mujeres participan en la difusión de este conocimiento, así como su enriquecimiento a través de la innovación. Coleccionistas de setas aprecian su

conocimiento micológico y perseguir estrategias y organización para reproducirlo en sus comunidades. Las mujeres recolectoras de hongos son conscientes de sus conocimientos, valoran su contribución en su sistema de subsistencia, y lo incorporan con orgullo a su identidad cultural (Garibay-Orijel *et al.*, 2012).

Algunos otros procesos que se pueden enmarcar dentro del proceso de la valorización se pueden comprender, como empoderamiento de las mujeres con la producción industrial de bioinoculantes de los HCS, capacitación de grupos de mujeres generando un valor agregado en los HCS, reforestación con plantas inoculadas con HCS generando estrategias exitosas para una mejor gestión de economías locales (Carr y Maria Hartl, 2008; Pérez-Moreno, Guerin-Laguette, *et al.*, 2021).

Referencias

- Alvarado-Castillo Gerardo, & Benítez, G. (2009). El Enfoque de Agroecosistemas como una Forma de Intervención Científica en la Recolección de Hongos Silvestres Comestibles. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 531–539. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912996022>
- Arunachalam, K., Sreeja, P. S., & Yang, X. (2022). The Antioxidant Properties of Mushroom Polysaccharides can Potentially Mitigate Oxidative Stress, Beta-Cell Dysfunction and Insulin Resistance. In *Frontiers in Pharmacology* (Vol. 13). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.874474>
- Ayala-Vásquez, O., Martínez-Reyes, M., De La Fuente, J. I., Martínez-González, C. R., Armas, L. F., Hernándezsantiago, F., & Pérez-Moreno, J. (2022). *Tricholoma colposii* (Tricholomataceae, Basidiomycota), a new edible species of matsutake fungi from Eastern Mexico with economic and biocultural importance. *Phytotaxa*, 542(1), 24–34. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.542.1.2>
- Baraka Luca Chelela, Musa Chacha, & Athanasia Matemu. (2014). Wild edible mushroom value chain for improved livelihoods in Southern Highlands of Tanzania. Ministry of Natural Resources and Tourism. *American Journal of Research Communication*, 2, 1–14. www.usa-journals.com.
- Bello-Cervantes Eribel, Irma, T., Fernanda, F., & Joaquín, C. B. (2023). Indigenous Traditional Knowledge on Wild Edible Mushrooms: Cultural Significance, Extraction Practices, and Factors Leading to Changes in Their Abundance in Central Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 43(4), 351–372. <https://doi.org/10.1177/02780771231211984>
- Bengu, A. S. (2020). The fatty acid composition in some economic and wild edible mushrooms in Turkey. *Progress in Nutrition*, 22(1), 185–192. <https://doi.org/10.23751/pn.v22i1.7909>
- Boyd, J., & Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63(2–3), 616–626. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.01.002>

- Buntgen, U., Latorre, J., Egli, S., & Martinez-Peña, F. (2017). Socio-economic, scientific, and political benefits of mycotourism. *Ecosphere*, 8(7). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1870>
- Cai, M., Pettenella, D., & Vidale, E. (2011). Income generation from wild mushrooms in marginal rural areas. *Forest Policy and Economics*, 13(3), 221–226. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2010.10.001>
- Carr, M., & Maria Hartl. (2008). Gender and Non-Timber Forest Products - Promoting Food Security and Economic Empowerment.
- Das, A. K., Nanda, P. K., Dandapat, P., Bandyopadhyay, S., Gullón, P., Sivaraman, G. K., McClements, D. J., Gullón, B., & Lorenzo, J. M. (2021). Edible mushrooms as functional ingredients for development of healthier and more sustainable muscle foods: A flexitarian approach. *Molecules*, 26(9). <https://doi.org/10.3390/molecules26092463>
- De Frutos, P. (2020). Changes in world patterns of wild edible mushrooms use measured through international trade flows. *Forest Policy and Economics*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102093>
- Deschamps, J. R. (2002). Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor gastronómico No 86. http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/86_deschamps.pdf
- Eva Müller. (2011). Los Bosques para una Mejor Nutrición y Seguridad Alimentaria. FAO. (2010). Global Forest Resources Assessment 2010.
- Garibay-Orijel, R., Córdova, J., Cifuentes, J., Valenzuela, R., Estrada-Torres, A., & Kong, A. (2009). Integrating wild mushrooms use into a model of sustainable management for indigenous community forests. *Forest Ecology and Management*, 258(2), 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.051>
- Garibay-Orijel, R., Ramírez-Terrazo, A., & Ordaz-Velázquez, M. (2012). Women care about local knowledge, experiences from ethnomycology. In *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* (Vol. 8). BioMed Central Ltd.

<https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-25>

Gründemann, C., Garcia-Käufer, M., Sauer, B., Scheer, R., Merdivan, S., Bettin, P., Huber, R., & Lindequist, U. (2015). Comparative chemical and biological investigations of β -glucan-containing products from shiitake mushrooms. *Journal of Functional Foods*, 18, 692–702. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.08.022>

Gründemann, C., Reinhardt, J. K., & Lindequist, U. (2020). European medicinal mushrooms: Do they have potential for modern medicine? – An update. In *Phytomedicine* (Vol. 66). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.153131>

Guangyi Wang, Weiping Tang, & Robert R. Bidigare. (2005). Terpenoids As Pharmaceutical Drugs and Pharmaceutical Agents. Natural Products: Drug Discovery and Therapeutic Medicine. In *Natural Products: Drug Discovery and Therapeutic Medicine* (Vol. 2, pp. 197–227). Humana Press Inc. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-33823-6_20

Guerin-Laguet, A. (2021). Successes and challenges in the sustainable cultivation of edible mycorrhizal fungi – furthering the dream. In *Mycoscience* (Vol. 62, Issue 1, pp. 10–28). The Mycological Society of Japan. <https://doi.org/10.47371/MYCOSCI.2020.11.007>

Guzmán, G. (2016). Las relaciones de los hongos sagrados con el hombre a través del tiempo. *Anales de Antropología*, 50(1), 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.antro.2015.10.005>

Haro-Luna, M. X., Blancas Vázquez, J., Ruan-Soto, F., & Guzmán-Dávalos, L. (2022). Sociocultural drivers of mycological knowledge: insights from Wixarika and Mestizo groups in western Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-022-00564-2>

Hernández-Santiago, F., Martínez-Reyes, M., Pérez-Moreno, J., & Mata, G. (2017). Pictographic representation of the first dawn and its association with entheogenic mushrooms in a 16th century Mixtec Mesoamerican Codex. *Scientia Fungorum*, 46, 19–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.33885/sf.2017.46.1173>

- Jiménez-Ruiz, A., Thomé-Ortiz, H., Espinoza-Ortega, A., & Bordi, I. V. (2017). Aprovechamiento recreativo de los hongos comestibles silvestres: Casos de micoturismo en el mundo con énfasis en México. *Bosque*, 38(3), 447–456. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300002>
- Kaiser, C., & M. Ernst. (2022). Truffles and other Mycorrhizal Mushrooms. <http://www.uky.edu/ccd/sites/www.uky.edu/ccd/files/truffles.pdf>
- Kissanga, R., Liberal, Â., Diniz, I., Rodrigues, A. S. B., Baptista-Ferreira, J. L., Batista, D., Ivanov, M., Soković, M., Ferreira, I. C. F. R., Fernandes, Â., Barros, L., & Catarino, L. (2022). Biochemical and Molecular Profiling of Wild Edible Mushrooms from Huila, Angola. *Foods*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/foods11203240>
- Kleinn, C., Yang, Y., Weyerhäuser, H., & Stark, M. (2006). The Sustainable Harvest of Non-Timber Forest Products in China.
- Kumla, J., Suwannarach, N., & Lumyong, S. (2022). Cultivation of Edible Tropical Boletus, *Phlebopus spongiosus*, in Thailand and Yield Improvement by High- Voltage Pulsed Stimulation. *Agronomy*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy12010115>
- Kuo, M., Dewsbury, D. R., O'Donnell, K., Carter, M. C., Rehner, S. A., Moore, J. D., Moncalvo, J. M., Canfield, S. A., Stephenson, S. L., Methven, A. S., & Volk, T. J. (2012). Taxonomic revision of true morels (*Morchella*) in Canada and the United States. *Mycologia*, 104(5), 1159–1177. <https://doi.org/10.3852/11-375>
- Larios-Trujillo, C., Ruan-Soto, F., Herrerías-Diego, Y., & Blanco-García, A. (2019). Local Knowledge and Economical Significance of Commercialized Wild Edible Mushrooms in the Markets of Uruapan, Michoacan, Mexico. *Economic Botany*, 73(2), 200–216. <https://doi.org/10.1007/s12231-019-09458-z>
- Lee, J., Lim, S., Kang, S.-M., Min, S., Son, K., Lee, H. S., Park, E. M., Ngo, H. T. T., Tran, H. T. L., Lim, Y.-S., & Hwang, S. B. (2012). Saponin Inhibits Hepatitis C Virus Propagation by Up-regulating Suppressor of Cytokine Signaling 2. *PLOS ONE*, 7(6), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039366>

- Lin, J., Zhang, B., Feng, J., Yi, Z., Zhang, H., Luo, M., Zhong, Z., & Zhao, F. (2023). Determining food tourism consumption of wild mushrooms in Yunnan Province, China: A projection-pursuit approach. *Heliyon*, 9(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14638>
- Lindequist, U. (2013). The Merit of Medicinal Mushrooms from a Pharmaceutical Point of View. In *International Journal of Medicinal Mushrooms* (Vol. 15, Issue 6). www.begellhouse.com
- Liu, D., Cheng, H., Bussmann, R. W., Guo, Z., Liu, B., & Long, C. (2018). An ethnobotanical survey of edible fungi in Chuxiong City, Yunnan, China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0239-2>
- López García Alexanders, Jiménez-Ruiz Mario, & Pérez-Moreno Jesús. (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. <https://doi.org/https://doi.org/10.33885/sf.2017.46.1171>
- Magurran Anne E. (2021). Measuring biological diversity. *Current Biology*, 31, 1141–1124. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.07.049>.
- Martinez-Carrera, D., Sobal, M., Aguilar, A., Navarro, M., Bonilla, M., & Larque-Saavedra, A. (1998). Canning Technology as an Alternative for Management and Conservation of Wild Edible Mushrooms in México. *NEOTROP. APL*, 11, 35–51.
- Molina, R., O'Dell, T., Luoma, D., Amaranthus, M., Castellano, M., & Russell, K. (1993). Biology, Ecology, and Social Aspects of Wild Edible Mushrooms in the Forests of the Pacific Northwest: a Preface to Managing Commercial Harvest.
- Molina-Castillo, S., Espinoza-Ortega, A., Thomé-Ortiz, H., & Moctezuma-Pérez, S. (2023). Gastronomic diversity of wild edible mushrooms in the Mexican cuisine. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100652>
- Myers Madeira Eric C. (2008). Policies to Reduce Emissions from Deforestation and Degradation (redd) in Developing Countries An examination of the issues facing

the incorporation of REDD into market-based climate policies (Foerster Adrienne, Ed.). www.rff.org

Nicola Sitta, & Paolo Davoli. (2012). Edible Ectomycorrhizal Mushrooms: International Markets and Regulations. In *Edible Ectomycorrhizal Mushrooms* (pp. 355–380). <http://www.springer.com/series/5138>

Panda, J., Mishra, A. K., Nath, P. C., Mahanta, S., Sharma, M., Nayak, P. K., Mohanta, Y. K., & Sridhar, K. (2024). Wild edible mushrooms to achieve sustainable development goals: Novel sources for food security, health, and well-being. In *Food Bioscience* (Vol. 60). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104277>

Pellicer-González, E., Martínez-Carrera, D., Sánchez, M., Aliphat, M., & Estrada-Torres, A. (2002). Rural management and marketing of wild edible mushrooms in Mexico. V International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, 433–443.

Pérez Moreno, J., Lorenzana Fernández Armando, Carrasco Hernández, V., & Yescas Pérez Angélica. (2009). Hongos comestibles silvestres del Parque Nacional Iztapopo, Zoquiapan y Anexos. CONACYT.

Pérez-Moreno, J., Guerin-Laguet, A., Rinaldi, A. C., Yu, F., Verbeken, A., Hernández-Santiago, F., & Martínez-Reyes, M. (2021). Edible mycorrhizal fungi of the world: What is their role in forest sustainability, food security, biocultural conservation and climate change? *Plants People Planet*, 3(5), 471–490. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10199>

Pérez-Moreno, J., Mortimer, P. E., Xu, J., Karunarathna, S. C., & Li, H. (2021). Global perspectives on the ecological, cultural and socioeconomic relevance of wild edible fungi. *Studies in Fungi*, 6(1), 408–424. <https://doi.org/10.5943/sif/6/1/31>

Pilz, D., Mclain, R., Alexander, S., Villarreal-Ruiz, L., Berch, S., Wurtz, T. L., Parks, C. G., Mcfarlane, E., Molina, R., & Smith, J. E. (2007). Ecology and Management of Morels Harvested From the Forests of Western North America. <http://www.prfong.com>

- Pilz David, & Molina Randy. (1996). Managing Forest Ecosystems to Conserve Fungus Diversity and Sustain Wild Mushroom Harvests.
- Raghoonundon, B., Raspé, O., Thongklang, N., & Hyde, K. D. (2021). *Phlebopus* (Boletales, Boletinellaceae), a peculiar bolete genus with widely consumed edible species and potential for economic development in tropical countries. In *Food Bioscience* (Vol. 41). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100962>
- Ríos-García, U., Carrera-Martínez, A., Martínez-Reyes, M., Hernández-Santiago, F., Evangelista, F. R., Díaz-Aguilar, I., Olveranoriega, J. W., & Pérez-Moreno, J. (2023). Traditional knowledge and use of wild mushrooms with biocultural importance in the Mazatec culture in Oaxaca, Mexico, cradle of the ethnomycology. *Forest Systems*, 32(1). <https://doi.org/10.5424/fs/2023321-19884>
- Ruan-Soto, F. (2018). Sociodemographic differences in the cultural significance of edible and toxic mushrooms among Tsotsil towns in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0232-9>
- Saito, H., & Mitsumata, G. (2008). Bidding Customs and Habitat Improvement for Matsutake (*Tricholoma matsutake*) in Japan 1. <http://www.pref.kyoto.jp/rinmu/resources/1166510205214.pdf>
- Sarkar, J., Naskar, A., Nath, A., Gangopadhyay, B., Tarafdar, E., Das, D., Chakraborty, S., Chattopadhyay, D., & Acharya, K. (2024). Innovative utilization of harvested mushroom substrate for green synthesis of silver nanoparticles: A multi–response optimization approach. *Environmental Research*, 248. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118297>
- Savoie, J. M., & Largeveau, M. L. (2011). Production of edible mushrooms in forests: Trends in development of a mycosilviculture. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 89, Issue 4, pp. 971–979). <https://doi.org/10.1007/s00253-010-3022-4>

- Sequeiros Tizón, J. G., & Redondo, M. F. (2003). Algunas cuestiones metodológicas sobre la medición del comercio intra industrial. V Reunión de Economía Mundial (2003). <https://hdl.handle.net/11441/96314>
- Thoppil, R. J., & Bishayee, A. (2011). Terpenoids as potential chemopreventive and therapeutic agents in liver cancer. In *World Journal of Hepatology* (Vol. 3, Issue 9, pp. 228–249). <https://doi.org/10.4254/wjh.v3.i9.228>
- Ullah, T. S., Firdous, S. S., Shier, W. T., Hussain, J., Shaheen, H., Usman, M., Akram, M., & Khalid, A. N. (2022). Diversity and ethnomycological importance of mushrooms from Western Himalayas, Kashmir. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-022-00527-7>
- Velasco Bautista, E., Zamora-Martínez, M. C., De Pascual Pola, C. N., Martínez- Valdez, J. I., & Montoya, A. (2019). Modelos Predictivos de la Producción de Hongos Silvestres Comestibles en Bosques de Coníferas, Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(1), 95–104. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v1i1.657>
- Wang, D., Zhang, J. L., Wang, Y., Zambonelli, A., Hall, I. R., & Xiong, W. P. (2021). The cultivation of *Lactarius* with edible mushrooms. In *Italian Journal of Mycology* (Vol. 50, pp. 63–77). University of Bologna. <https://doi.org/10.6092/issn.2531-7342/12908>
- Wang, X. M., Zhang, J., Wu, L. H., Zhao, Y. L., Li, T., Li, J. Q., Wang, Y. Z., & Liu, H. G. (2014). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. In *Food Chemistry* (Vol. 151, pp. 279–285). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.062>
- Wang, Y., Yu, F., Zhang, C., & Li, S. (2017). *Tricholoma matsutake*: an edible mycorrhizal mushroom of high socioeconomic relevance in China *Tricholoma matsutake*: un hongo comestible micorrízico de gran importancia socioeconómica en China. *Scientia Fungorum*, 46, 55–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.33885/sf.2017.46.1169>
- Yang, X., He, J., Li, C., Ma, J., Yang, Y., & Xu, J. (2008). Matsutake Trade in Yunnan

Province, China: An Overview 1.

- Yang, X., Wilkes, A., Yang, Y., Xu, J., Geslani, C. S., Yang, X., Gao, F., Yang, J., & Robinson, B. (2009). Common and Privatized: Conditions for Wise Management of Matsutake Mushrooms in Northwest Yunnan Province, China.
- Yun, W., & Hall, I. R. (2004). Edible ectomycorrhizal mushrooms: Challenges and achievements. *Canadian Journal of Botany*, 82(8), 1063–1073. <https://doi.org/10.1139/B04-051>
- Yun Wang, Nicholas Cummings, & Alexis Guerin-Laguerre. (2012). Cultivation of Basidiomycete Mycorrhizal Mushrooms: Tricholoma, Lactarius and Rhizopogon. In *Edible Mycorrhizal Mushrooms* (Springer-Verlag, pp. 281–304). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-33823-6>
- Zhang, Y., Zhu, J., Zou, Y., Ye, Z., Guo, L., & Zheng, Q. (2024). Insoluble dietary fiber from five commercially cultivated edible mushrooms: Structural, physiochemical and functional properties. *Food Bioscience*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103514>
- Zheng, B., Kou, X., Liu, C., Wang, Y., Yu, Y., Ma, J., Liu, Y., & Xue, Z. (2023). Effect of nanopackaging on the quality of edible mushrooms and its action mechanism: A review. *Food Chemistry*, 407. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135099>

CAPÍTULO 3

CONOCIMIENTO LOCAL Y ECONOMÍA DE LOS HONGOS COMESTIBLES SILVESTRES EN LA REGIÓN DE LAS MONTAÑAS, VERACRUZ, MÉXICO

Conocimiento local y economía de los hongos comestibles silvestres en la región de las Montañas, Veracruz, México

Título corto: la economía de los hongos comestibles en Veracruz³

Felipe Hernández Maraño¹ (0000-0003-1677-5719) Francisco Pérez Soto¹ (0000-0002-7982-420X) Amparo Borja de la Rosa ² (0000-0002-6127-0501) Pablo De Frutos Madrazo³ (0000-0002-8206-984X) Gerónimo Barrios Puente* ¹ (0000-0002-5285-9445)

¹División de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, CP 56230, Texcoco, Estado de México, México. Teléfono: 5951086197.

²Universidad Autónoma Chapingo-División de Ciencias Forestales. Chapingo, Estado de México. CP 56230.

³ Department of Applied Economics, University of Valladolid, 47002 Valladolid, Spain

*Corresponding author: gbarriospuente@gmail.com

³ Enviado a la Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.

Resumen

Las comunidades rurales que viven en proximidad a los bosques aprovechan a los hongos comestibles silvestres como un recurso alimentario, ya sea para autoconsumo o comercialización. En México existe un conocimiento tradicional sobre ellos, lo cual ha permitido conservar conocimientos sobre especies comestibles, época de recolección y hábitat. La Región de Las Montañas Veracruz alberga una diversidad de hongos; no obstante, la información sobre su comercio es limitada. Por consiguiente, entender su comercialización es esencial para establecer las bases de futuros planes de aprovechamiento y conservación. Se realizaron entrevistas con recolectores-vendedores de la región con el fin de comprender la interacción de factores socioeconómicos relacionados con su comercio. Se identificaron diferentes especies de relevancia económica y sociocultural en la región. La especie con mayor importancia cultural y económica es *Cantharellus* spp., la promoción de prácticas de comercio justo y la exploración de la innovación biotecnológica emergen como estrategias claves para garantizar la conservación y el uso sostenible de estos recursos, no solo como fuente de alimentos y medios de vida, sino también como elementos fundamentales para la preservación ambiental, de la cultura y el bienestar socioeconómico de la región y el país.

Palabras clave: Sostenibilidad, Recolector-vendedor, Comercialización, Funga.

Introducción

Los hongos comestibles silvestres (HCS), son un valioso recurso alimentario que aporta beneficios nutricionales a la población global (Roncero-Ramos y Delgado-Andrade, 2017). Ofrecen un contenido relativamente alto de proteínas y se utilizan tradicionalmente en muchas cocinas europeas como sustituto de la carne. Esto es especialmente cierto en tiempos de crisis, como guerras y pandemias (Procházka *et al.*, 2023).

En la actualidad los HCS están pasando por un cambio principalmente afectado

por las sociedades modernas, las cuales se encuentran interesadas en adoptarlos para su alimentación (Savelli *et al.*, 2019), estos patrones de consumo suelen estar vinculados con el punto de vista de las sociedades urbanas, estas los ven como un alimento ambientalmente sustentable (Lang, 2020), esto ha dado como resultado una creciente demanda la cual se refleja en el aumento de la comercialización principalmente en países del centro y sur de Asia, algunos países europeos, de Latinoamérica y el Caribe (De Frutos, 2020).

En México los HCS han formado parte importante de la alimentación de comunidades y grupos étnicos que viven a las orillas de los bosques estos para ellos son un recurso que recolecta intensivamente durante la temporada de lluvias tanto para su autoconsumo como y comercialización ya que son una fuente de proteína y una fuente de ingresos monetarios relativamente valiosos (Benítez-Badillo *et al.*, 2013; Ruan-Soto, 2018), es por ello que existen estudios donde se documenta el aprovechamiento de diferentes especies en la alimentación de las diferentes comunidades recolectoras (Haro-Luna *et al.*, 2019).

La etnomicología cuantitativa cuenta con herramientas valiosas que hacen evaluaciones para el reconocimiento de especies de HCS (Garibay-Orijel *et al.*, 2007), así como indicadores para conocer su relevancia, estos reflejan las razones de importancia de un grupo de personas sobre una especie en particular (Rocío Peña-Cañón *et al.*, 2014). Los métodos más eficientes para determinar las especies de HCS más significativas y su clasificación de una zona son el orden de mención y la frecuencia de mención (Montoya *et al.*, 2012). Además, se han postulado indicadores con los cuales se puede entender factores importantes para la valoración de los HCS dentro de una comunidad (Alonso-Aguilar *et al.*, 2014).

Por otro lado, las especies comerciales importantes y las razones que los recolectores y vendedores tienen para dar valor a estas especies no han sido estudiadas con profundidad (Estrada Martínez *et al.*, 2012). En los últimos años se han realizado estudios para evaluar la importancia de los HCS en mercados

de diferentes zonas en México, (Estrada-Martínez Emma *et al.*, 2009) evaluaron la importancia de los HCS a la venta en mercados de la Sierra Nevada, Estado de México, México con la ayuda del índice de valor de importancia etnomicológica.

Posterior a este estudio (Larios-Trujillo *et al.*, 2019) utilizó el índice de significancia económica para evaluar la importancia de los HCS en mercados de Uruapan, Michoacán, México por otro lado (Bello-Cervantes Eribel *et al.*, 2023) evaluó la importancia de los HCS en San Pedro Tlalcuapan, Chiautempan, Tlaxcala México con la ayuda del índice de significancia cultural. Estas propuestas teóricas- metodológicas son importantes contribuciones a los estudios etnomicológicos y se tienen que analizar a la hora de evaluar un recurso (García del Valle *et al.*, 2015)

El estado de Veracruz se encuentra en el tercer lugar en diversidad biológica solo por detrás de estados como Oaxaca y Chiapas, esta entidad cuenta con 8,500 especies de plantas, lo que equivale al 36.5% de la flora del país, prácticamente la mayoría de la vegetación del país se encuentra presente en el estado (Villaseñor, 2016). La Región de Las Montañas se ubica en la porción centro-sur del estado de Veracruz también conocida como la puerta del sureste mexicano, colinda con los estados de Puebla y Oaxaca, en su territorio se encuentran 57 municipios (Trujillo *et al.*, 2019; Vázquez-Martin *et al.*, 2024).

El presente estudio se centra en la premisa de saber cuáles son las especies significativas en La Región de Las Montañas, Veracruz para los recolectores-vendedores de HCS, se determinarán las razones mediante índices de frecuencia y orden de mención así como de indicadores para obtener un índice de importancia económica, además se pretende comprobar la hipótesis de que los HCS más significativos son los que tienen un valor económico alto de igual manera se describe y analiza cualitativamente la información sobre el conocimiento micológico tradicional de los recolectores-vendedores de HCS así como el proceso que conlleva esta práctica para reconocer patrones en esta región.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La Región de Las Montañas (Figura 2) se ubica en la parte centro-sur del Estado de Veracruz, con 6,350.85km², esto la ubica en la posición número cinco en cuanto a superficie, colinda al norte con la Región Capital, al este con la Región Sotavento, al oeste con el estado de Puebla, al sureste con la Región del Papaloapan y al sur con el estado de Oaxaca. La mitad de su superficie está ocupada por la agricultura, el bosque y la selva representan el 19.97% y 16.89% respectivamente, en la región nacen los ríos Jamapa, Blanco y Atoyac, el clima predominante es el templado con característica de subhúmedo, así como fenómenos cálidos con lluvias en el verano (Carmona Blanco Jonathan Alejandro *et al.*, 2020).

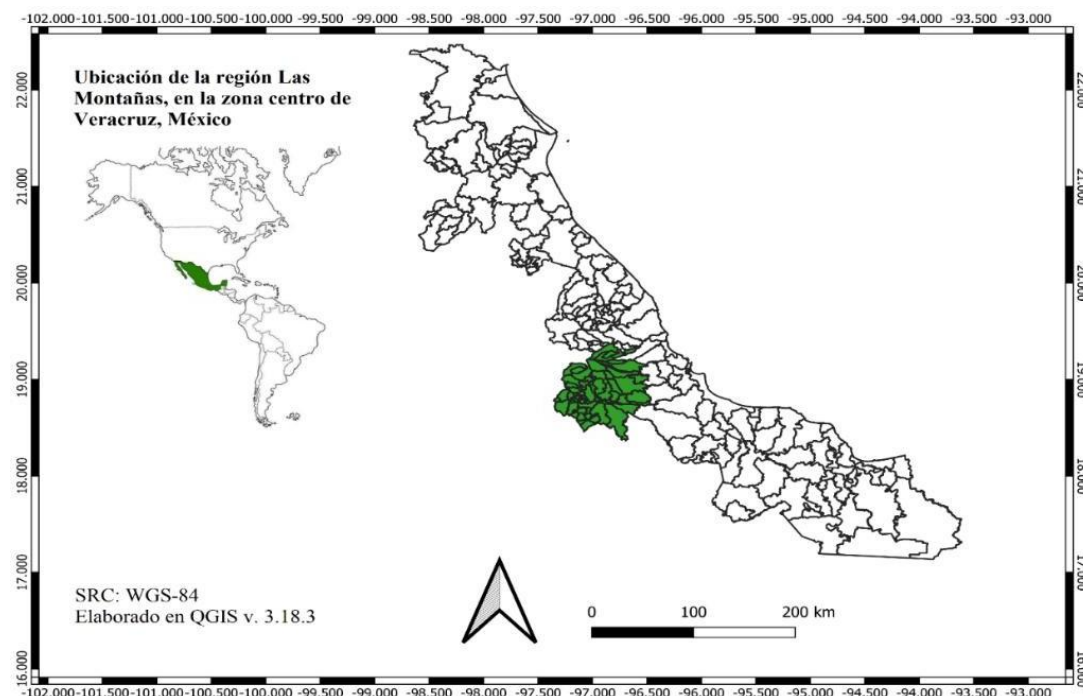


Figura 2. Estado de Veracruz, Región de las Montañas, Veracruz, México.

El estudio se realizó en diferentes localidades pertenecientes a la Región durante los meses de mayo a noviembre, en el periodo (2021, 2022, 2023). Donde se tenía conocimiento de la presencia de diferentes géneros de HCS. Además, se realizaron colectas de las muestras que se comercializan en dos mercados

agrícolas, los cuales se encuentran en los municipios de Coscomatepec y Huatusco.

Recolección y análisis de datos

Debido a que no existe un registro de recolectores-vendedores que sirviera de marco de muestreo para seleccionar a las personas a entrevistar, se utilizaron dos técnicas: I) "bola de nieve", que consistió en identificar a las personas con profundos conocimientos etnomicológicos tradicionales; después se les pregunta si conocen a otras personas que también tengan amplios conocimientos micológicos; posteriormente se contacta a estas nuevas personas y II) al azar dentro de la comunidad de estudio, tocando de puerta en puerta, asumiendo que los conocimientos relacionados con el recurso micológico en la comunidad están ampliamente distribuidos (Hassan *et al.*, 2024).

Se realizaron entrevistas semiestructuradas donde se obtuvo información del recolector-vendedor con la siguiente información: I) datos socioeconómicos, II) HCS conocidos (nomenclatura y clasificación local), III) mecanismos de transmisión del conocimiento micológico, IV) métodos de recolección, V) temporada de recolección y VI) uso tradicional (Miranda-Gamboa *et al.*, 2024).

Identidad taxonómica e importancia económica

Para reconocer la identidad taxonómica de los HCS mencionados en las entrevistas, se utilizó la metodología propuesta por (Garibay-Orijel *et al.*, 2006) y (Burrola- Aguilar Cristina *et al.*, 2012), la cual consiste en utilizar sets de imágenes de HCS de la región y además recolectar esporocarpos junto con las personas expertas locales de la comunidad estudiada para que posteriormente sean analizadas por expertos.

En las entrevistas se aplicó una encuesta semiestructurada, esta fue aplicada a 50 recolectores-vendedores identificados en los mercados agrícolas de Coscomatepec y Huatusco. La primera parte de la encuesta incluyó un ejercicio de mención con las especies reconocidas como vendidas en el mercado por el

entrevistado. Esta actividad programada ayudó a obtener la frecuencia de menciones (FM), el orden de menciones (OM) y el índice de menciones (IM) (Garibay-Orijel *et al.*, 2007).

La segunda parte consistió en determinar la importancia económica de los HCS, se adaptó la herramienta analítica basada en la investigación (Larios-Trujillo *et al.*, 2019), para esto se realizó una pregunta enfocada por indicador. Para el indicador de abundancia percibida, los recolectores-vendedores entrevistados definieron la abundancia de cada especie basándose en un estímulo gráfico que presentaba cinco posibilidades, desde "no reconoce" hasta "muy abundante". Para el indicador de precio de venta, los recolectores-vendedores definieron el precio de cada especie como una de cinco posibilidades, desde "bajo" hasta "muy alto o valioso".

Para el indicador de ganancias, los recolectores-vendedores definieron la ganancia obtenida con cada especie como una de cinco posibilidades, desde "poco dinero" hasta "mucho dinero." Para el indicador de demanda de producto, los recolectores- vendedores definieron la preferencia del comprador por cada especie como una de cinco posibilidades, desde "nada" hasta "mucho." Para el indicador de oferta de producto, los recolectores-vendedores definieron cuánto de cada especie se lleva al mercado como una de cinco posibilidades, desde "muy poco" hasta "tantos como sea posible".

Para el indicador de competencia en el mercado, los recolectores-vendedores definieron cuánta competencia hay para vender cada especie como una de cinco opciones, desde "muchas" hasta "ninguna". La FM es el número de veces que la especie fue incluida en general en los 50 entrevistados. El OM es el valor medio de la asignación sucesiva de una especie; se obtuvo organizando el OM de mayor a menor valor numérico utilizando la ecuación: $OM = \sum OMSp. i$. El IM se obtuvo dividiendo la FM por el número de personas entrevistadas multiplicado por 10.

Los seis indicadores se evaluaron utilizando una escala uniforme de cero a cinco para garantizar una ponderación objetiva (asegurando que todos los indicadores

se ponderen de manera objetiva). Los valores de los indicadores para cada especie se obtuvieron promediando los resultados obtenidos de toda la población entrevistada. El índice de significación económica para hongos silvestres comestibles (ISEHCS) se obtuvo con la ecuación: $ISEHCS = IA + IP + IGE + IDP + IOP + ICM$. En esta ecuación, IA = índice de abundancia, IP = índice de precio, IGE = índice de ganancias económicas, IDP = índice de demanda de producto, IOP = índice de oferta de producto y ICM = índice de competencia en el mercado.

Para explorar diferencias entre los recolectores-vendedores basadas en la frecuencia de mención de especies de HCS, se calculó una matriz de similitud para obtener el Índice de Jaccard (Khan *et al.*, 2023). Con estos valores, se realizaron análisis de agrupamiento utilizando el método de grupo de pares no ponderados con media aritmética (UPGMA) por especies y por vendedores (Sultana *et al.*, 2021). Además, se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA) (Zhang *et al.*, 2025).

Resultados

En La Región de las Montañas los HCS se desarrollan desde el comienzo de la temporada de lluvias en el mes de mayo hasta noviembre, su comercialización se lleva a cabo en los mismos meses con un desfase estacional, principalmente debido a la acumulación de lluvias, el mayor volumen de HCS se vende los lunes en el mercado agrícola de Coscomatepec y los domingos en el mercado agrícola de Huatusco. A través de recolectores-vendedores de HCS en los mercados agrícolas mencionados nos permitieron geolocalizar diez sitios de recolección (Figura 3).

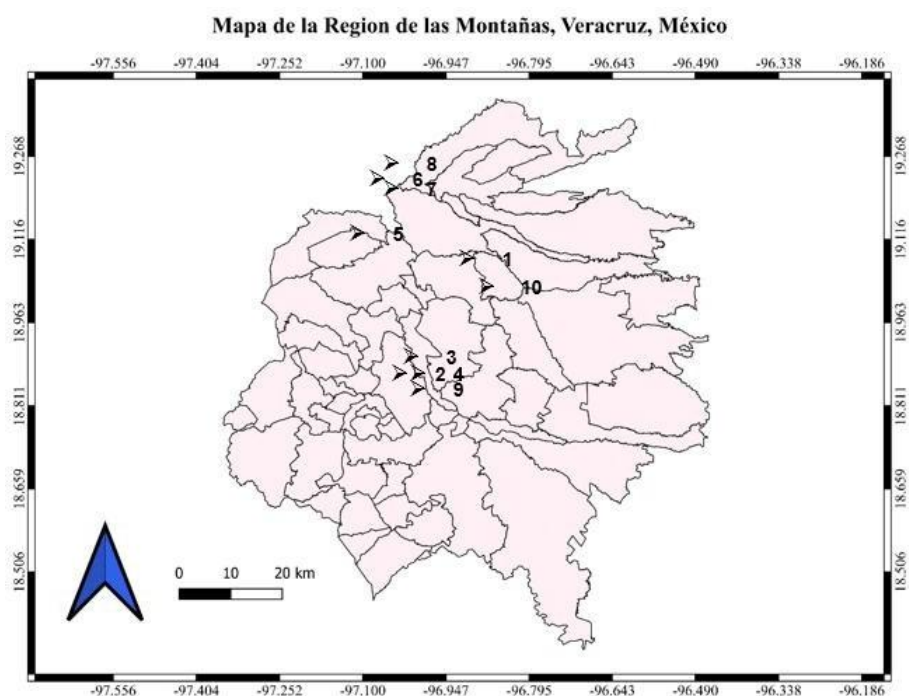


Figura 3. Mapa de distribución espacial de HCS.

Recolector-vendedor

En el presente estudio se realizaron 50 entrevistas a recolectores-vendedores, del total de las personas entrevistadas, el 62% eran mujeres y el 38% hombres, la edad media era de 45 y 44 años para mujeres y hombres, respectivamente. La edad mínima era de 18 años, mientras que la máxima era de 85 años. Las personas entrevistadas en un 18% no asistieron a la escuela primaria o la abandonaron, a la primaria 34%, a la secundaria 34%, a la preparatoria 6% y solo asistió a la universidad 8%.

La ocupación con mayor porcentaje de los recolectores-vendedores es ama de casa 46%, en segundo lugar, se posiciona la ocupación de agricultor 30% seguida por micro comerciante 22% y por último profesionista 2%. La ocupación predominante en las mujeres es la de ama de casa 75%, seguida por micro comerciante 20% y agricultor 5%. En los hombres la ocupación que predomina es la de agricultor 70% seguida por la de micro comerciante 25% y profesionista 5%.

Identificación de hongos comestibles silvestres

En la Región de las Montañas, Veracruz, México se encontró que se comercializan quince especies diferentes de HCS, los recolectores-vendedores conocen a estos con los siguientes nombres comunes: hongo de duraznillo, hongo de encino, clavito, morados, becerritos, huevitos, nanaka, pancitas, escobetilla, corales, lengua de gato, lengua de vaca, cornetitas, trompetas, rojitos, trompa de puerco, solanches, hongo ardilla, alanche, hongo de huizache, hongo de jonote, hongo de encino y hongo azul (Figura 4, Tabla 1).

Conocimiento micológico y prácticas locales

En los mercados agrícolas de Coscomatepec y Huatusco se comercializan las especies *Cantharellus* spp. entre los meses de agosto y noviembre, *Amanita* spp. junio-septiembre, *Boletus* spp. junio-noviembre, *Ramaria* spp. agosto-noviembre, *Hydnum* spp. septiembre-noviembre, *Ghomphus* spp. septiembre-noviembre, *Hypomyces lactifluorum* agosto-noviembre, *Lyophyllum* spp. julio-agosto, *Russula* pp. junio-septiembre, *Lactarius salmonicolor* agosto-noviembre, *Armillariella* spp. septiembre spp. junio-noviembre, *Laetiporus sulphureus* julio-agosto, *Lactarius indigo* agosto-octubre (Tabla 2).

Los entrevistados se dividen en tres grupos “recolectores”, “recolectores-vendedores” y “vendedores”, los recolectores representan 10%, vendedores-recolectores 70% y vendedores 20%, los recolectores-vendedores son principalmente del municipio de Calcahualco 50%, seguido por Zentla 25% y Fortín de las Flores 25%. Las personas entrevistadas usan los HCS con uno o dos propósitos estos son alimento e ingresos, para tener una clasificación se dividieron a los entrevistados en tres grupos alimento 10%, alimento e ingreso 70% e ingreso exclusivamente 20%.

Tabla 1. Especies vendidas en los mercados agrícolas de Coscomatepec y Huatusco, Veracruz.

Especies	Etnotaxa
<i>Cantharellus</i> spp.	Duraznillo, hongo de encino, clavito, morados
<i>Amanita</i> spp.	Becerritos, huevitos.
<i>Boletus</i> spp.	Nanaka, pancitas.
<i>Ramaria</i> spp.	Escobetilla, Corales.
<i>Hydnum</i> spp.	Lengua de gato, Lengua de vaca.
<i>Ghomphus</i> spp.	Cornetitas, trompetas.
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	Rojitos, Trompa de puerco.
<i>Lyophyllum</i> spp.	Solanches
<i>Russula</i> spp.	Hongo ardilla
<i>Lactarius salmonicolor</i>	Enchilados
<i>Armillariella</i> spp.	Alanche
<i>Neopaxillus dominicanus</i>	Hongo de huizache
<i>Pleurotus</i> spp.	Hongo de jonote
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Hongo de encino
<i>Lactarius indigo</i>	Hongo azul

Los entrevistados mencionaron que la manera en que recolectan los HCS se debe a que han heredado conocimientos micológicos de familiares cercanos como padres, tíos, abuelos o personas de edad mayor de sus comunidades esto les permite identificar los HCS e incluso saber los lugares donde se puede recolectar diferentes especies que existen en su comunidad. La forma de comercialización de los HCS se realiza en mercados agrícolas 68% y entre vecinos del mismo poblado o poblados cercanos 32%, se encontró que los HCS no presentan algún tipo de conservación para extender su vida de anaquel, solo se comercializan en temporadas de alta abundancia.

Su venta se realiza máximo en un periodo de 48 a 72 horas posteriores a la recolección, lo cual limita su comercialización en el ámbito local. No se identificó uso medicinal dentro de los géneros recolectados esto se correlaciona con la distribución comercial de este recurso micológico, sea local a los municipios aledaños, a los mercados agrícolas de Huatusco y Coscomatepec, ya que mucha cantidad de este recurso se encuentra en relictos de bosques de encino y pino

los cuales se encuentran aislados en pequeñas comunidades de la zona de estudio.



Figura 4. HCS comercializados en la Región de las Montañas, Veracruz, México.

Tabla 2. Estacionalidad de los HCS en la Región de Las Montañas Veracruz, México.

Especies	Estacionalidad mensual recolecta							
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Cantharellus</i> spp.								
<i>Amanita</i> spp.								
<i>Boletus</i> spp.								
<i>Ramaria</i> spp.								
<i>Hydnum</i> spp.								
<i>Ghomphus</i> spp.								
<i>Hypomyces lactifluorum</i>								
<i>Lyophyllum</i> spp.								
<i>Russula</i> spp.								
<i>Lactarius salmonicolor</i>								
<i>Armillariella</i> spp.								
<i>Neopaxillus dominicanus</i>								
<i>Pleurotus</i> spp.								
<i>Laetiporus sulphureus</i>								
<i>Lactarius indigo</i>								

Se estimó que se comercializa un aproximado de 2,255 Kg en los mercados agrícolas de Coscomatepec y Huatusco (Tabla 3). Aunado a la anterior se estimó que entre conocidos en los municipios de Calcahualco, Fortín de Las Flores y Zentla se comercializan un aproximado de 1,250 Kg de HCS esto nos arroja un total de 3,505 kg de HCS con un valor anual de aproximadamente \$701,000 MXM en la región de Las Montañas, Veracruz, México.

Índice de Significación Económica para Hongos Comestibles Silvestres

Las especies de HCS con mayor mención fue *Cantharellus* spp. 74%, seguido por *Ramaria* spp. 48% y *Ghomphus* spp. 46%., *Amanita* spp., *Boletus* spp., *Russula* spp. y *Lactarius salmonicolor* obtuvieron un 38%. En cuanto al orden de mención *Cantharellus* spp., *Lactarius indigo* y *Boletus* spp. fueron los más frecuentes seguidos por las siguientes especies *Hypomyces lactifluorum*, *Neopaxillus dominicanus*, *Pleurotus* spp. y *Laetiporus sulphureus*. La especie que obtuvo el mayor índice de mención fue *Cantharellus* spp. en segundo lugar, *Ramaria* spp. y tercero *Ghomphus* spp (Tabla 3).

Los análisis de clasificación basados en frecuencia de mención comparan a los entrevistados y muestran diferencias en sus conocimientos. La figura 5 muestra 19 vendedores recolectores similares, ya que recolectan los HCS en la misma zona (Calcahualco) y comercializan las especies recolectadas en el mercado agrícola de Coscomatepec, la mayoría son mujeres ama de casa y su nivel de estudios es nulo o solo cuenta con una educación básica.

Tabla 3. Comercialización de HCS en los Mercados Agrícolas de Coscomatepec y Huatusco, Veracruz.

Mercado agrícola Huatusco				Mercado agrícola de Coscomatepec			
Recolector	Cantidad (kg)	Frecuencia	Periodo	Recolector	Cantidad (kg)	Frecuencia	Periodo
1	12.5Kg	Semanal	Julio-Agosto	1	4.16Kg	Semanal	Agosto -Octubre
2	62.5Kg			2	1.66Kg		
3	62.5Kg			3	3.33Kg		
4	25Kg			4	2.5Kg		
5	12.5Kg			5	3.33Kg		
6	12.5Kg			6	2.91Kg		
7	2.5Kg			7	1.66Kg		
8	3.75Kg			8	0.83Kg		
9	10Kg			9	2.03Kg		
10	5Kg			10	3.33Kg		
11	6.25Kg			11	2.03Kg		
12	6.25Kg			12	2.5Kg		
				13	1.66Kg		
				14	2.03Kg		
				15	0.41Kg		
				16	2.28 Kg		
				17	3.75Kg		
Cosecha semanal	221.5Kg	8			40.41Kg	12	
Total, cosecha por temporada	1770Kg				485Kg		

En contraste el segundo grupo tiene 31 recolectores-vendedores similares, ya que tienen un nivel de estudio, (educación básica o secundaria), venden sus productos en el mercado agrícola de Huatusco o entre conocidos, recolectan en diferentes zonas (Fortín de las Flores, Huatusco y Zentla) y la mayoría son comerciantes. La figura 6 muestra un análisis de clasificación de las especies basado en su frecuencia de mención donde *Cantharellus* spp. es la especie de HCS más mencionada.

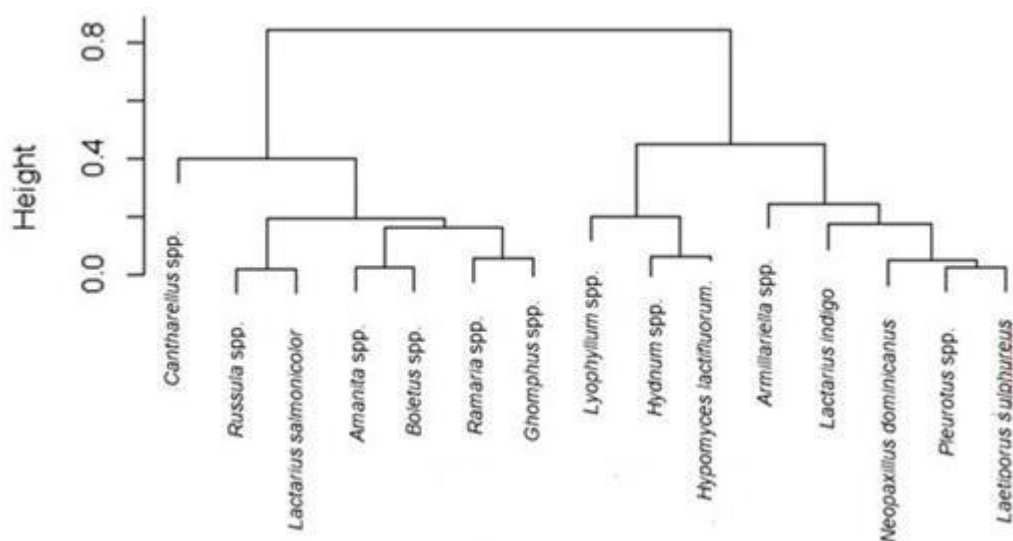


Figura 5. Análisis de conglomerados de las especies comercializadas, en la Región de las Montañas, Veracruz, México, utilizando el coeficiente del Índice de Jaccard.

El IA y el IP destacan la frecuencia y el valor monetario respectivamente de cada especie. Especies como *Cantharellus* spp. muestran un IA alto de 4.54, lo que sugiere una presencia significativa en las menciones, mientras que *Lactarius indigo* tiene el IP más alto con 5, indicando un valor económico sustancial.

En el caso de *Lyophyllum* spp. tuvo el IA más bajo con 0.53 debido a que los sitio de recolecta donde se percibía abundancia han sido completamente fragmentados o erradicados por actividades agrícolas de subsistencia, en el caso de “*Armillaria* spp.” destaca por un IP de menor valor de 2 esto de acuerdo con los recolectores por su abundancia esporádica y desconocimiento culinario, así

como mayor facilidad para su recolección (Tabla 4).

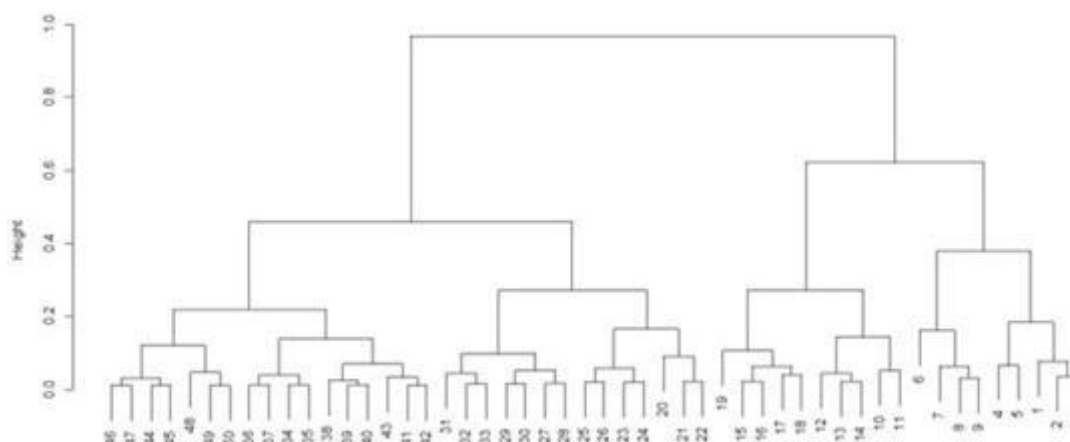


Figura 6. Análisis de conglomerados de los vendedores-recolectores de La Región de las Montañas, Veracruz, México, utilizando el Índice de Jaccard.

Tabla 4. Valores de Importancia Económica y Cultural de los HCS en La Región de Las Montañas, Veracruz, México.

Especies	FM	OM	IM	IA	IP	IGE	IDP	IOP	ICM	ISEHCS
<i>Cantharellus</i> spp.	37	3.4	7.4	4.54	3.59	4.37	4.48	3.75	3.21	23.94
<i>Amanita</i> spp.	19	1.33	3.8	2.47	3	3	2.89	2	4.31	17.67
<i>Boletus</i> spp.	19	3.4	3.8	3.05	5	3.84	3.47	2.31	3.68	21.35
<i>Ramaria</i> spp.	24	1.33	4.8	3.25	2.47	2.45	2.16	2.54	2.41	15.28
<i>Hydnum</i> spp.	10	0.53	2	1.5	2.5	2.9	3.5	1.5	4.9	16.8
<i>Ghomphus</i> spp.	23	0.53	4.6	3.17	2.43	2.56	2.08	2.69	3.91	16.84
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	10	2.4	2	1.4	4	3.7	3.9	2.1	4.5	19.6
<i>Lyophyllum</i> spp.	7	0.53	1.4	0.57	2.42	2.71	2.85	2	4.57	15.12
<i>Russula</i> spp.	19	1.33	3.8	2.31	2.21	2	2.31	2.31	3.31	14.45
<i>Lactarius salmonicolor</i>	19	1.33	3.8	3.31	2.78	2.52	2.26	2.68	3.94	17.49
<i>Armillariella</i> spp.	3	0.53	0.6	3.33	2	2.66	2.33	3	2	15.32
<i>Neopaxillus dominicanus</i>	9	2.4	1.8	3.44	4.44	3.33	3.77	4	4.66	23.64
<i>Pleurotus</i> spp.	9	2.4	1.8	3.11	3.55	2	3.55	3.33	3.44	18.98
<i>Laetiporus sulphureus</i>	9	2.4	1.8	1.55	4.33	4.33	4	1.88	4.22	20.31
<i>Lactarius indigo</i>	5	3.4	1	1.4	5	4.6	4	1	5	21

FM=frecuencia de mención, OM=orden de mención, IM=índice de mención, IA=índice de abundancia, IP=índice de precio, IGE=índice de ganancias económicas, IDP=índice de demanda de producto, IOP=índice de oferta de producto, ICM=índice de competencia en el mercado y ISEHCS= índice de significación económica para hongos comestibles silvestres.

En el caso de *Lyophyllum* spp. tuvo el IA más bajo con 0.53 debido a que los sitio de recolecta donde se percibía abundancia han sido completamente fragmentados o erradicados por actividades agrícolas de subsistencia, en el caso de “*Armillaria* spp.” destaca por un IP de menor valor de 2 esto de acuerdo con

los recolectores por su abundancia esporádica y desconocimiento culinario, así como mayor facilidad para su recolección (Tabla 4).

Finalmente, en el análisis de componentes las 15 especies convergen con las variables socioeconómicas, se puede observar al igual que en los análisis anteriores la separación de dos grupos, lo cual confirma que especies como *Cantharellus* spp., *Neopaxillus dominicanus*, *Pleurotus* spp. y *Lactarius indigo*, son especies con un valor económico alto, esto principalmente por los lugares de venta, el nivel de estudio, ocupación y edad de los recolectores-vendedores (Figura 7).

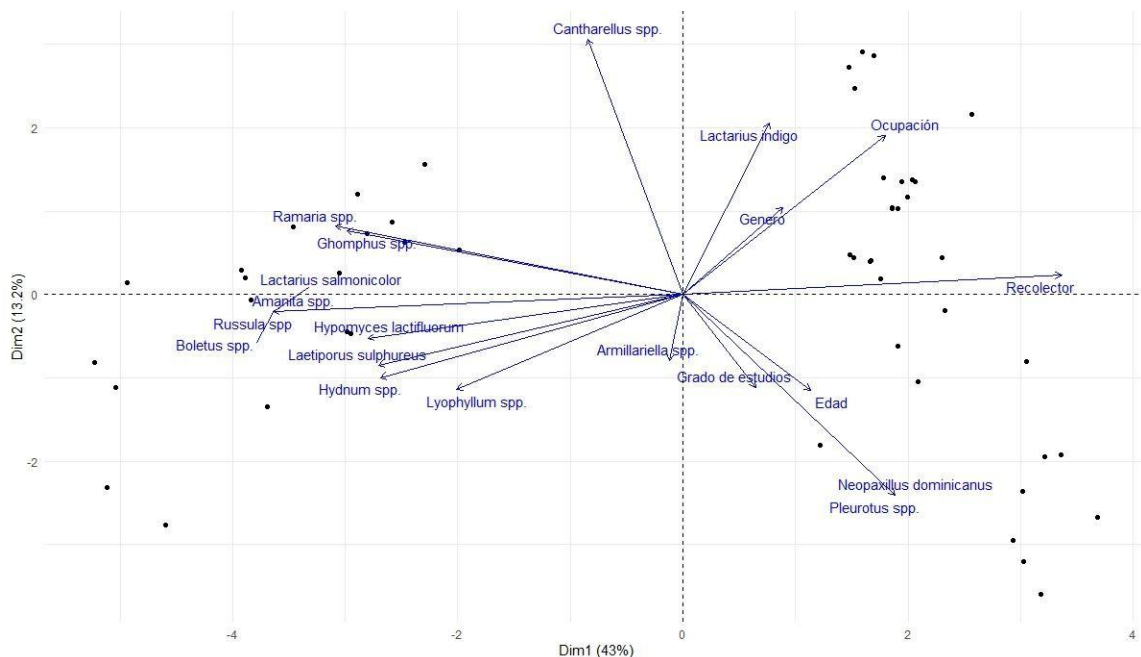


Figura 7. Análisis de componentes principales de los vendedores-recolectores de La Región de las Montañas, Veracruz México.

En contraste el grupo donde *Amanita* spp., *Boletus* spp., *Ramaria* spp., *Hydnum* spp., *Ghomphus* spp., *Hypomyces lactifluorum*, *Lyophyllum* spp., *Russula* spp., *Lactarius salmonicolor*, *Armillariella* spp., *Laetiporus sulphureus* suelen tener un valor económico medio principalmente por su comercialización y el estatus socioeconómico de los recolectores-vendedores. Un dato adicional es que el primer grupo son personas que radican en zonas donde existe una industria alternativa como es la caña de azúcar o el café mientras que las personas del segundo grupo los lugares donde radica suelen tener poca oferta de empleo y

muchos de sus habitantes migran al país vecino del norte.

Discusión

El número de especies de HCS comercializadas con su respectivo nombre común en La Región de las Montañas Veracruz es similar al número de especies de HCS comercializadas reportado en La Región Capital del Estado de Veracruz (9 y 15 respectivamente) (García Alvarado & López Ramírez, 2022). En la misma región en la localidad del Escobillo perteneciente al municipio de Perote se registró que se comercializan y consumen 22 HCS (Isidro-Vázquez *et al.*, 2022).

En los municipios de Calcahualco, Coscomatepec, Fortín de Las Flores, Huatusco y Zentla y así como en los municipios de Coatepec, Las Vigas Ramírez, Perote y Xalapa del estado de Veracruz existe una igualdad en los nombres comunes con los que las personas identifican a los HCS, algunos de estos nombres comunes son, cornetas, enchilados, escobetas, panzas y duraznillo. Igualmente se pudo contrastar que el estudio realizado en el Municipio de Perote el volumen de HCS anual o temporada es de 8.732kg con un valor de 406,385 MXN y en el estudio es de 3,505 kg con un valor de \$701,000 MXM.

En México el número de especies de HCS comercializadas suele variar dependiendo la región de estudio, en el occidente del país, el municipio de Villa Guerrero, Jalisco, se documentaron 20 especies (Haro-Luna *et al.*, 2019), en el Estado de Michoacán en los municipios de Cd. Hidalgo, Charo, Indaparapeo y Morelia, los pobladores comercializan 13 especies (Torres-Gómez, Garibay-Orijel, *et al.*, 2023). En la región centro sur de México igual se consumen y comercializan HCS principalmente en el Estado de México, en la localidad San Antonio Acahualco, se documentaron 16 especies (Jasso-Arriaga Xóchitl *et al.*, 2016).

En el suroeste mexicano se han encontrado que se consumen y comercializan HCS principalmente en el estado de Oaxaca, en el municipio de Ixtlán de Juárez se documentaron 15 especies (Garibay-Orijel *et al.*, 2007), otro registro de 18

especies se dio en las comunidades de San Juan Buenavista Y Agua Ancha (Ríos-García *et al.*, 2023), por último, en el estado de Chiapas en el municipio de San Juan Chamula se documentaron 15 especies (Ruan-Soto, 2018). En la región oriente igual cuenta con registros principalmente el estado de Tlaxcala, alrededor del volcán La Malinche en 10 comunidades se registraron 20 especies (Montoya *et al.*, 2012).

En los diferentes continentes igual se consumen y comercializan los HCS en Sudamérica en Colombia en la región de Boyacá se documentaron 20 especies (Peña Cañón *et al.*, 2023). En Europa en la región del suroeste de Polonia se documentaron 32 especies comercializados en cuatro mercados diferentes (Kasper- Pakosz *et al.*, 2016) y en Lituania se documentó que las personas recolectan en promedio 31 especies (Motiejūnaitė *et al.*, 2024).

En el continente asiático igual hay registro del consumo y la comercialización de HCS, en las regiones del Himalaya Occidental de Azad Jammu y Cachemira se documentaron 25 especies (Ullah *et al.*, 2022). En África, en la Provincia de Tshopo de la República Democrática del Congo se documentaron 68 especies (Milenge Kamalebo *et al.*, 2018), como se puede apreciar el número de especies encontradas en el estudio es similar a algunos estudios mencionados.

Por otro lado, el ISEHCS coloca la especie *Cantharellus* spp. como la que tiene la mayor importancia económica seguida por las especies *Neopaxillus dominicanus* y *Boletus* spp. en otros lugares del país y del mundo se han registrado estas mismas especies con un alto valor de importancia cultural, en Ixtlán de Juárez, Oaxaca se reportó que la especie *Cantharellus* spp. es la más importante (Garibay-Orijel *et al.*, 2007). En el ámbito internacional en la Provincia de Tshopo de la República Democrática del Congo se reportó la especie *Cantharellus* spp. como una de las más significativas para la población estudiada (Milenge Kamalebo *et al.*, 2018).

Contrastando la información obtenida en la investigación con la de estudios realizados se puede determinar que la especie *Cantharellus* spp. es una especie

con una alta demanda tal como lo comprueba la información documentada en las comunidades de San Juan Buenavista y Agua Ancha municipio de Eloxochitlán de Flores Magón, Oaxaca (Ríos-García *et al.*, 2023), en el área de estudio esta especie es la principal vendida y apreciada tanto por el recolector-vendedor como el consumidor esto se debe a que el consumo de este especie constituye una alternativa como fuente de proteínas y componentes nutraceuticos que contribuyen a la seguridad alimentaria (Hernández Marañón Edgar Josué *et al.*, 2023).

Conclusión

La integración de los HCS desde una perspectiva holística representa una oportunidad valiosa para enfrentar desafíos sociales, económicos y ambientales en regiones vulnerables de México. Su conservación y uso sostenible no solo pueden revitalizar tradiciones culturales y fortalecer economías locales, sino también mejorar la salud pública y proteger los ecosistemas. Apostar por estrategias como el comercio justo y la innovación biotecnológica es fundamental para garantizar que estos recursos sigan siendo un pilar para el bienestar y desarrollo sostenible de las comunidades, fomentando un equilibrio entre patrimonio natural, cultura y progreso socioeconómico.

Agradecimientos: al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por la beca obtenida para la realización de mis estudios de doctorado.

Referencias

- Alonso-Aguilar, L. E., Montoya, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., & Garibay-Orijel, R. (2014). The cultural significance of wild mushrooms in San Mateo Huexoyucan, Tlaxcala, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-27>
- Bello-Cervantes Eribel, Irma, T., Fernanda, F., & Joaquín, C. B. (2023). Indigenous Traditional Knowledge on Wild Edible Mushrooms: Cultural Significance, Extraction Practices, and Factors Leading to Changes in Their Abundance in Central Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 43(4), 351–372. <https://doi.org/10.1177/02780771231211984>
- Benítez-Badillo, G., Alvarado-Castillo, G., Nava-Tablada, M. E., & Pérez-Vázquez, A. (2013). Análisis del marco regulatorio en el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 19(3), 363–374. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.09.055>
- Burrola-Aguilar Cristina, Montiel Orlando, Garibay-Orijel Roberto, & Zizumbo-Villarreal Lilia. (2012). Conocimiento tradicional y aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres en la región de Amanalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Micología*, 35, 1–16. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88325120004>
- Carmona Blanco Jonathan Alejandro, Gómez Castañeda Kevin Michel, Acosta Sánchez Marco Antonio, & Meneses López Alfredo Humberto. (2020). Diagnóstico Regional Región Montañas 2020. <https://www.veracruz.gob.mx/finanzas/planeacion/diagnosticos-regionales-de-planeacion-2020/>
- De Frutos, P. (2020). Changes in world patterns of wild edible mushrooms use measured through international trade flows. *Forest Policy and Economics*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102093>

- Estrada Martínez, M., Cibrián, D., & Paczka, O. (2012). Revista Mexicana de Ciencias Forestales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3, 57–70.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63439000006>
- Estrada-Martínez Emma, Guzmán Gastón, Cibrián Tovar David, & Ortega Paczka Rafael. (2009). Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la sierra nevada (México). *Interciencia*, 34(1), 025–033.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000100006&lng=es&tlng=es.
- García Alvarado, J., & López Ramírez, M. A. (2022). Los hongos comestibles silvestres de la región central del Estado de Veracruz, México: percepción, evaluación y perspectivas de aprovechamiento sustentable (Biblioteca Básica de Agricultura. México., Ed.; Vol. 18, pp. 461-484.).
<https://www.researchgate.net/publication/367479308>
- García del Valle, Y., Naranjo, E. J., Caballero, J., Martorell, C., Ruan-Soto, F., & Enríquez, P. L. (2015). Cultural significance of wild mammals in mayan and mestizo communities of the Lacandon Rainforest, Chiapas, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11(1).
<https://doi.org/10.1186/s13002-015-0021-7>
- Garibay-Orijel, R., Caballero, J., Estrada-Torres, A., & Cifuentes, J. (2007). Understanding cultural significance, the edible mushrooms case. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-3-4>
- Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., & Estrada-Torres, A. (2006). People using Macro-Fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity*, 21, 41-67.
<https://www.researchgate.net/publication/239768851>
- Haro-Luna, M. X., Ruan-Soto, F., & Guzmán-Dávalos, L. (2019). Traditional knowledge, uses, and perceptions of mushrooms among the Wixaritari and mestizos of Villa Guerrero, Jalisco, Mexico. *IMA Fungus*, 10(1).
<https://doi.org/10.1186/s43008-019-0014-6>

- Hassan, M., Mir, T. A., Jan, M., Amjad, M. S., Aziz, M. A., Pieroni, A., Vitasović-Kosić, I., & Bussmann, R. W. (2024). Foraging for the future: traditional culinary uses of wild plants in the Western Himalayas–Kashmir Valley (India). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-024-00707-7>
- Hernández Marañón Edgar Josué, Andrade Torres Antonio, Chen Jie, Núñez Pastrana Rosalía, Pérez Moreno Jesús, Hernández Marañón Anahí, & Llarena Hernández Régulo Carlos. (2023). Nutritional and nutraceutical components of four *Cantharellus* species (Cantharellaceae, Cantharellales) from the Mountain Region, Veracruz, Mexico. *Acta Botanica Mexicana*, 128, 1–17. <https://doi.org/10.21829/abm130.2023.2179>
- Isidro-Vázquez, M. A., Lascurain-Rangel, M., Ramírez, F., González-Hernández, C. A., Gómez-Díaz, J. A., & López-Acosta, J. C. (2022). Gathering of non-timber forest products in the Cofre de Perote National Park and adjacent areas: a case study in El Escobillo, Veracruz, Mexico. *Madera y Bosques*, 28(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2832505>
- Jasso-Arriaga Xóchitl, Martínez Campos Ángel Roberto, Gheno-Heredia Yaqueline A., & Chávez-Mejía Cristina. (2016). Conocimiento Tradicional y Vulnerabilidad de Hongos Comestibles en un Ejido Dentro de un Área Natural Protegida. *Polibotánica*, 0(42). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.42.9>
- Kasper-Pakosz, R., Pietras, M., & Łuczaj, Ł. (2016). Wild and native plants and mushrooms sold in the open-air markets of south-eastern Poland. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0117-8>
- Khan, A. H., Adil, M., Aziz, M. A., Söukand, R., & Pieroni, A. (2023). Traditional foraging for ecological transition? Wild food ethnobotany among three ethnic groups in the highlands of the eastern Hindukush, North Pakistan. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 19(1).

<https://doi.org/10.1186/s13002-023-00581-9>

- Lang, M. (2020). Consumer acceptance of blending plant-based ingredients into traditional meat-based foods: Evidence from the meat-mushroom blend. *Food Quality and Preference*, 79. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103758>
- Larios-Trujillo, C., Ruan-Soto, F., Herrerías-Diego, Y., & Blanco-García, A. (2019). Local Knowledge and Economical Significance of Commercialized Wild Edible Mushrooms in the Markets of Uruapan, Michoacan, Mexico. *Economic Botany*, 73(2), 200–216. <https://doi.org/10.1007/s12231-019-09458-z>
- Milenge Kamalebo, H., Nshimba Seya Wa Malale, H., Masumbuko Ndabaga, C., Degreef, J., & De Kesel, A. (2018). Uses and importance of wild fungi: Traditional knowledge from the Tshopo province in the Democratic Republic of the Congo. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0203-6>
- Miranda-Gamboa, M. A., Martínez-Ballesté, A., Ricker, M., Casas, A., & Blancas, J. (2024). Does commercialization lead to more intensive management strategies? Decision-making for the utilization of non-timber forest products in a Nahua area of the Sierra Negra, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-024-00701-z>
- Montoya, A., Torres-García, E. A., Kong, A., Estrada-Torres, A., & Caballero, J. (2012a). Gender differences and regionalization of the cultural significance of wild mushrooms around la Malinche Volcano, Tlaxcala, Mexico. *Mycologia*, 104(4), 826– 834. <https://doi.org/10.3852/11-347>
- Montoya, A., Torres-García, E. A., Kong, A., Estrada-Torres, A., & Caballero, J. (2012b). Gender differences and regionalization of the cultural significance of wild mushrooms around la Malinche Volcano, Tlaxcala, Mexico. *Mycologia*, 104(4), 826– 834. <https://doi.org/10.3852/11-347>
- Motiejūnaitė, J., Džekčioriūtė, V., Kutorga, E., Kasparavičius, J., & Iršėnaitė, R.

- (2024). Diversity of ethnomycological knowledge and mushroom foraging culture in a small nation: case of Lithuania. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-024-00730-8>
- Peña Cañón, E. R., Niño Fernandez, Y. M., & Enao Mejía, L. (2023). Importancia Cultural de Hongos Silvestres Comestibles en cuatro municipios de Boyacá (Colombia). *Ciencia En Desarrollo*, 14(2), 31–46. <https://doi.org/10.19053/01217488.v14.n2.2023.15082>
- Procházka, P., Soukupová, J., Mullen, K. J., Tomšík, K., & Čábelková, I. (2023). Wild Mushrooms as a Source of Protein: A Case Study from Central Europe, Especially the Czech Republic. *Foods*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/foods12050934>
- Ríos-García, U., Carrera-Martínez, A., Martínez-Reyes, M., Hernández-Santiago, F., Evangelista, F. R., Díaz-Aguilar, I., Olveranoriega, J. W., & Pérez-Moreno, J. (2023). Traditional knowledge and use of wild mushrooms with biocultural importance in the Mazatec culture in Oaxaca, Mexico, cradle of the ethnomycology. *Forest Systems*, 32(1). <https://doi.org/10.5424/fs/2023321-19884>
- Rocío Peña-Cañón, E., Luis, Y., & Enao-Mejía, G. (2014). Conocimiento y uso tradicional de hongos silvestres de las comunidades campesinas asociadas a bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la zona de influencia de la Laguna de Fúquene, Andes Nororientales. In *Etnobiología* (Vol. 12, Issue 3). <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/169>
- Roncero-Ramos, I., & Delgado-Andrade, C. (2017). The beneficial role of edible mushrooms in human health. In *Current Opinion in Food Science* (Vol. 14, pp. 122– 128). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.04.002>
- Ruan-Soto, F. (2018). Sociodemographic differences in the cultural significance of edible and toxic mushrooms among Tsotsil towns in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0232-9>

- Savelli, E., Bravi, L., Murmura, F., & Pencarelli, T. (2019). Understanding the consumption of traditional-local foods through the experience perspective: The case of the truffle. *British Food Journal*, 121(6), 1261–1280. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2018-0290>
- Sultana, A., Sarker, N. C., Kakon, A. J., Syed, S. Bin, Elahi, M. T., Biswas, S. K., Tang, S. S., Rahman, A., & Paul, D. K. (2021). Comparison of major nutritional constituents and genetic diversity analysis of five strains of oyster mushrooms. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics*, 4(3), 405–414. <https://doi.org/10.5455/jabet.2021.d139>
- Torres-Gómez, M., Garibay-Orijel, R., Pérez-Salicrup, D. R., Casas, A., & Guevara, M. (2023). Wild edible mushroom knowledge and use in five forest communities in central México. *Canadian Journal of Forest Research*, 53(1), 25–37. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2022-0043>
- Trujillo, M.-M., Córdoba, S. C., & P, M. C. (2019). Flora, vegetación y paisaje de la región de las altas montañas de Veracruz, México, elementos importantes para el turismo de naturaleza. *Agroproductividad*, 12, 19–29. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1460>
- Ullah, T. S., Firdous, S. S., Shier, W. T., Hussain, J., Shaheen, H., Usman, M., Akram, M., & Khalid, A. N. (2022). Diversity and ethnomycological importance of mushrooms from Western Himalayas, Kashmir. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-022-00527-7>
- Vazquez-Martin, A. E., Aguilar-Rivera, N., Diaz-Jose, J., Torres-Cantu, G., Andres-Meza, P., & Avalos, D. A. (2024). Evidence on the sustainable management of native agrobiodiversity in traditional Mexican markets. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05052-z>
- Villaseñor, J. L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

Zhang, S., Gantumur, M. A., He, Y., Bilawal, A., Jiang, Z., & Yang, Y. (2025). Characterization and comparison of chemical compositions and biological activities of an edible mushroom (*Lactarius volemus*) of three different sizes. Food Chemistry, 464. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141690>

CAPÍTULO 4

ESTRATEGIAS DE REVALORIZACIÓN DE LOS HONGOS COMESTIBLES SILVESTRES PARA UNA COMUNIDAD RURAL EN MÉXICO.

Estrategias de revalorización de los hongos comestibles silvestres para una comunidad rural en México

4

Felipe Hernández Maraño¹ (0000-0003-1677-5719)

Francisco Pérez Soto¹ (0000-0002-7982-420X)

Amparo Borja de la Rosa ² (0000-0002-6127-0501)

Pablo De Frutos Madrazo³ (0000-0002-8206-984X)

Gerónimo Barrios Puente* ¹ (0000-0002-5285-9445)

¹División de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, CP 56230, Texcoco, Estado de México, México. Teléfono: 5951086197.

²Universidad Autónoma Chapingo-División de Ciencias Forestales. Chapingo, Estado de México. CP 56230.

³ Department of Applied Economics, University of Valladolid, 47002 Valladolid, Spain

*Corresponding author: gbarriospuente@gmail.com

⁴ Enviado a la Revista Bio ciencias.

Resumen

Los hongos comestibles silvestres son un recurso forestal no maderable apreciado alrededor del mundo, en México existe un conocimiento ancestral sobre el manejo y aprovechamiento de este recurso. En la actualidad es aprovechado principalmente por grupos de alta y muy alta marginación que habitan principalmente en zonas ubicadas alrededor de los bosques, el contar con estrategias para el aprovechamiento de este recurso es fundamental para contribuir a la mejora socioeconómica de estos grupos. Esta investigación analiza la producción científica relaciona con estrategias de revalorización para este recurso, para esto se realizó un análisis bibliométrico y una exhaustiva revisión de la literatura. Los principales resultados muestran que este recurso se encuentra en un constante desarrollo principalmente en países como España. El análisis ha permitido identificar que, si existen diferentes estrategias de revalorización como la gestión comunitaria, el micoturismo, la innovación biotecnológica, estrategias económicas y el empoderamiento de mujeres para poder rescatar e impulsar el aprovechamiento de este recurso. Es fundamental promover una gestión integrada de los recursos naturales que tome en cuenta tanto los aspectos ecológicos, sociales y económicos, para asegurar un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades rurales.

Palabras clave: micoturismo, micosilvicultura, estrategias, revalorización.

Introducción

Los bosques cuentan con una serie de recursos que son aprovechados por las comunidades que viven a sus alrededores, unos de estos son los Productos Forestales No Maderables (PFNM) (Lepcha *et al.*, 2019), estos contribuyen a la seguridad alimentaria cuando otros recursos escasean, su obtención puede dar como resultado estrategias sostenibles para mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades (Raj *et al.*, 2018; Omam *et al.*, 2024). En el mundo alrededor de 35° millones de personas, principalmente comunidades

indígenas viven y dependen de los bosques para su subsistencia (Suleiman *et al.*, 2017).

Los Hongos Comestibles Silvestres (HCS) pertenecen al grupo de los PFNM, han sido consumidos desde tiempos ancestrales por los humanos, ya sea como alimento, medicina o para uso ceremonial, son un recurso genético diverso con gran relevancia ecológica, sociocultural, económica, medicinal y biotecnológica en todo el mundo. Por lo tanto, tienen un papel primordial que desempeñar en el cumplimiento de la agenda de desarrollo sostenible global de las Naciones Unidas: objetivos 2030 (Roncero-Ramos y Delgado-Andrade, 2017).

Los HCS pueden promover la sostenibilidad de los bosques, la conservación de la biodiversidad, la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el mantenimiento de masas forestales, la nutrición y la salud humanas, el desarrollo económico, la conservación de los patrimonios bioculturales, empoderamiento de las mujeres y mitigación del hambre, este importante recurso genético cuya relevancia ha recibido generalmente una atención marginal a pesar de su importancia estratégica global (Pérez-Moreno, Guerin-Laguette, *et al.*, 2021)

En la región, México y Centroamérica se destacan como uno de los centros genéticos y culturales más significativos en cuanto a la diversidad de HCS a nivel mundial. México, con su amplia variedad de 68 grupos étnicos, quienes ostenta una de las mayores diversidades de HCS en el mundo, con más de 450 especies consumidas en el país. Esta cifra sitúa a México como el segundo país con mayor número de especies consumidas de HCS a nivel mundial, superado únicamente por China (Guerin-Laguette, 2021).

La biodiversidad fungícola de La Región de las Montañas en Veracruz es notable, ya que cuenta con una gran diversidad de hábitats, que incluyen bosques de pino- encino, selvas tropicales y zonas de niebla, que contribuye a la presencia de una gran variedad de especies de HCS que desempeñan funciones ecológicas clave, como la descomposición de materia orgánica y la simbiosis con

las raíces de las plantas (Guzmán, G. 2008). Un estudio realizado por (Estrada-Torres., *et al.* 2008) encontró una alta diversidad de HCS en la región, lo que resalta su potencial como recurso alimenticio y medicinal.

Sin embargo, la sobreexplotación de los HCS es una preocupación importante. La falta de regulación en las prácticas de recolección puede llevar a la disminución de poblaciones de especies vulnerables y a la pérdida de biodiversidad. Según un informe de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México, la recolección no sustentable de HCS ha llevado al agotamiento de algunas especies en diferentes regiones del país (Pérez-Moreno, Mortimer, *et al.*, 2021).

Además, la comercialización de HCS presenta desafíos en términos de equidad y justicia social. En muchas ocasiones, los recolectores reciben una compensación injusta por su trabajo, mientras que los intermediarios obtienen la mayor parte de las ganancias (Garibay-Orijel *et al.*, 2006). Esto puede contribuir a la marginalización económica de las comunidades locales. Un estudio en la región Mixteca de Oaxaca, México, encontró que las prácticas comerciales desiguales afectaban negativamente a los recolectores de HCS, quienes enfrentaban condiciones de pobreza (López-Hernández *et al.*, 2022).

Las comunidades locales que dependen de la recolección de HCS como fuente de ingresos pueden enfrentar una serie de desafíos. Por un lado, la sobreexplotación de los recursos puede disminuir los ingresos de los recolectores a largo plazo, ya que agota las poblaciones de HCS (López-Hernández *et al.*, 2022). Por otro lado, la falta de acceso a mercados justos y la baja valoración del conocimiento tradicional sobre los HCS pueden perpetuar la pobreza en estas comunidades. Para abordar estos problemas, es necesario implementar estrategias de manejo sostenible de los HCS, que promuevan la conservación de la biodiversidad y el uso racional de los recursos (Nicola Sitta y Paolo Davoli, 2012).

Estas poblaciones actualmente enfrentan la gradual desaparición de la

comercialización de HCS debido a la falta de conservación de la masa forestal, tanto rural como urbana, que está en un proceso constante de reducción. En este estudio se realizó un análisis bibliométrico y una revisión sistemática de la literatura para analizar estrategias de revalorización de los HCS y proponer las más idóneas para que las comunidades que depende de este recurso micológico puedan obtener un mayor beneficio económico y por ende conservar sus tradiciones y medios de vida.

Materiales y Métodos

Área de estudio

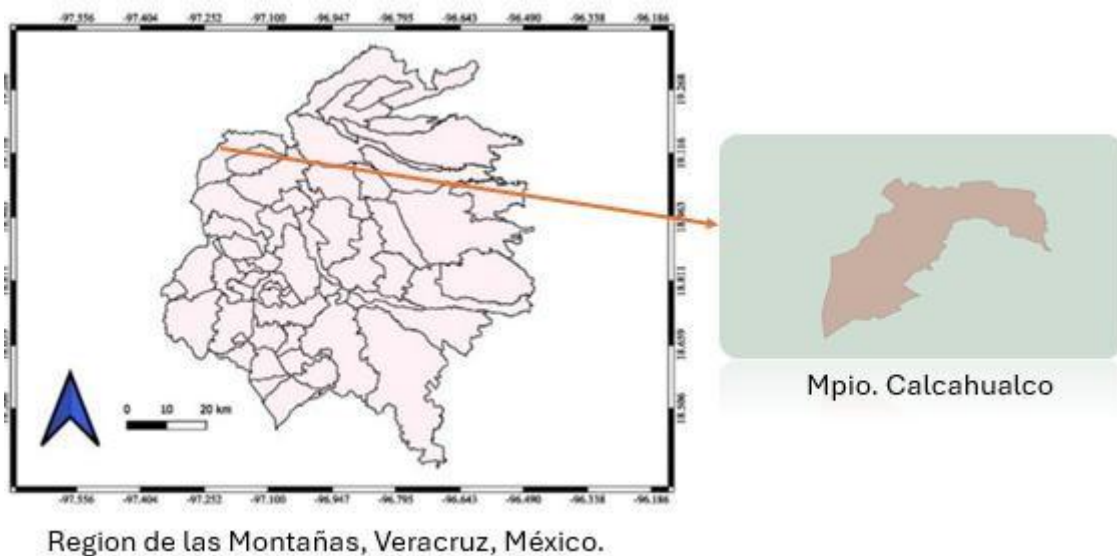


Figura 8. Localidad de Nueva Vaquería, Calcahualco, Veracruz.

La localidad de Nueva Vaquería pertenece al municipio de Calcahualco este municipio es de los más poblados, pero a su vez el cuarto municipio con mayores índices de pobreza de Veracruz. Su cercanía al Citlaltépetl es gracias a su ubicación a 3,063 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte y al oeste con el estado de Puebla, al noreste con Huatusco, al este con Alpatláhuac, al sudeste con Coscomatepec y al sur con La Perla (El Sol de Córdoba, 2023). De acuerdo con archivos del Gobierno del Estado: Entre su vegetación sobresalen el pino, el encino y el oyamel. Los recursos forestales son los más importantes, debido a que la zona es rica en este recurso ya que hay varios tipos de maderas (Figura

8).

El método utilizado en la presente investigación es una combinación entre un análisis bibliométrico y una revisión de la literatura sobre todos aquellos casos de éxito de los HSC. El análisis bibliométrico es utilizado para explorar y mapear los conocimientos de un área de investigación específica (Donthu *et al.*, 2021).

La bibliométrica comenzó en la década de los cincuenta, sin embargo, con el paso del tiempo se han hecho avances en el análisis de información lo que ha significado avances para esta técnica de investigación (Wallin, 2005). El avance de las bases de datos de artículos de investigación y software especializado en redes bibliométricas ha dado como resultados informes similares en diferentes campos de estudios (Ellegaard y Wallin, 2015; Shah *et al.*, 2020).

La revisión de la literatura es un proceso que permite describir los avances de un área temática, probar una hipótesis específica, ampliar la información de un tema en específico con la ayuda de nueva información o comparar información con criterios ya establecidos (Xiao y Watson, 2019). La revisión de literatura es un proceso para hacer una discusión basada en evidencia. La transparencia de los dos procesos descritos permite que se pueda aplicar en diferentes campos de estudio (Okoli y Schabram, 2015).

La base de datos utilizada fue Scopus, la cual es utilizada para la elaboración de bibliométricos y revisiones de literatura, se escogió porque cuenta con el respaldo de investigadores, académicos y bibliotecarios que confían en la información y los datos que descubren en Scopus, esto debido a que el contenido de más de 7000 editoriales es meticulosamente revisado y seleccionado por un consejo asesor y de selección de contenido independiente (Aravantinos *et al.*, 2024).

Para el proceso de búsqueda y descarga de los documentos se adaptó un protocolo de revisión propuesto por (Suazo y Viana-Lora, 2022) el cual incluye criterios de inclusión, estrategia de búsqueda y análisis (Figura 9), La búsqueda realizada en la base de datos Scopus se realizó siguiendo criterios de inclusión y

el algoritmo de búsqueda de la figura 9, esto permitió seleccionar palabras derivadas de “revaluation of wild edible mushrooms” contenían términos como “mycotourism mushroom”, “tourism mushroom”, “economy rural community”, “mushrooms commercialization”. No se filtró por un área específica para tener un mayor número de opciones disponibles, para tener una información de calidad solo se filtraron artículos científicos, artículos de revisión y capítulos de libro, el idioma seleccionado de los artículos fue inglés y español ya que se consideró que son los dos idiomas con mayor número de trabajos de investigación.

El procedimiento se llevó a cabo en octubre del 2024 y resulto en 151 documentos. Los 151 documentos fueron analizados con la ayuda del software JabRef leyendo sus resúmenes y conclusiones, como resultados se obtuvieron 35 documentos descartando 107 que no tenía relación con estrategias para revalorizar a los HCS, se procedió a leer los 35 documentos identificando a 28 para su posterior análisis.

Posteriormente se utilizó el software VOSviewer debido a que este se implementa para obtener representaciones graficas de los análisis bibliográficos. Esta herramienta es eficaz ya que se basa en la Visualización de similitudes, permitiendo que la información sea cartografiada fácilmente (van Eck y Waltman, 2010).

Esta herramienta es utiliza principalmente en la realización de análisis bibliométricos, ya que una de sus características es que permite analizar redes compuestas por publicaciones, autores, revistas, organizaciones por mencionar algunos, es útil para realizar análisis temático de los documentos seleccionados con la finalidad de identificar temas y subtemas principales, estos resultados se presentan en la siguiente sesión (Liñán y Fayolle, 2015).

Resultados

En esta investigación se analizaron 28 publicaciones que contenían estrategias relacionadas con los HCS, las publicaciones se encuentran situadas entre los

años 2006 y 2024, el año en el que se publicó un mayor número de artículos es el año 2023 con 6 de los 28 analizados, el crecimiento de la industria de los HCS se ha resaltado posteriormente al COVID-19 ya que de los 28 artículos analizados ya que 15 se encuentran entre el 2019 y 2024 y 13 entre el 2006 y 2018, viendo un significativo aumento entre 5 y 12 años respectivamente

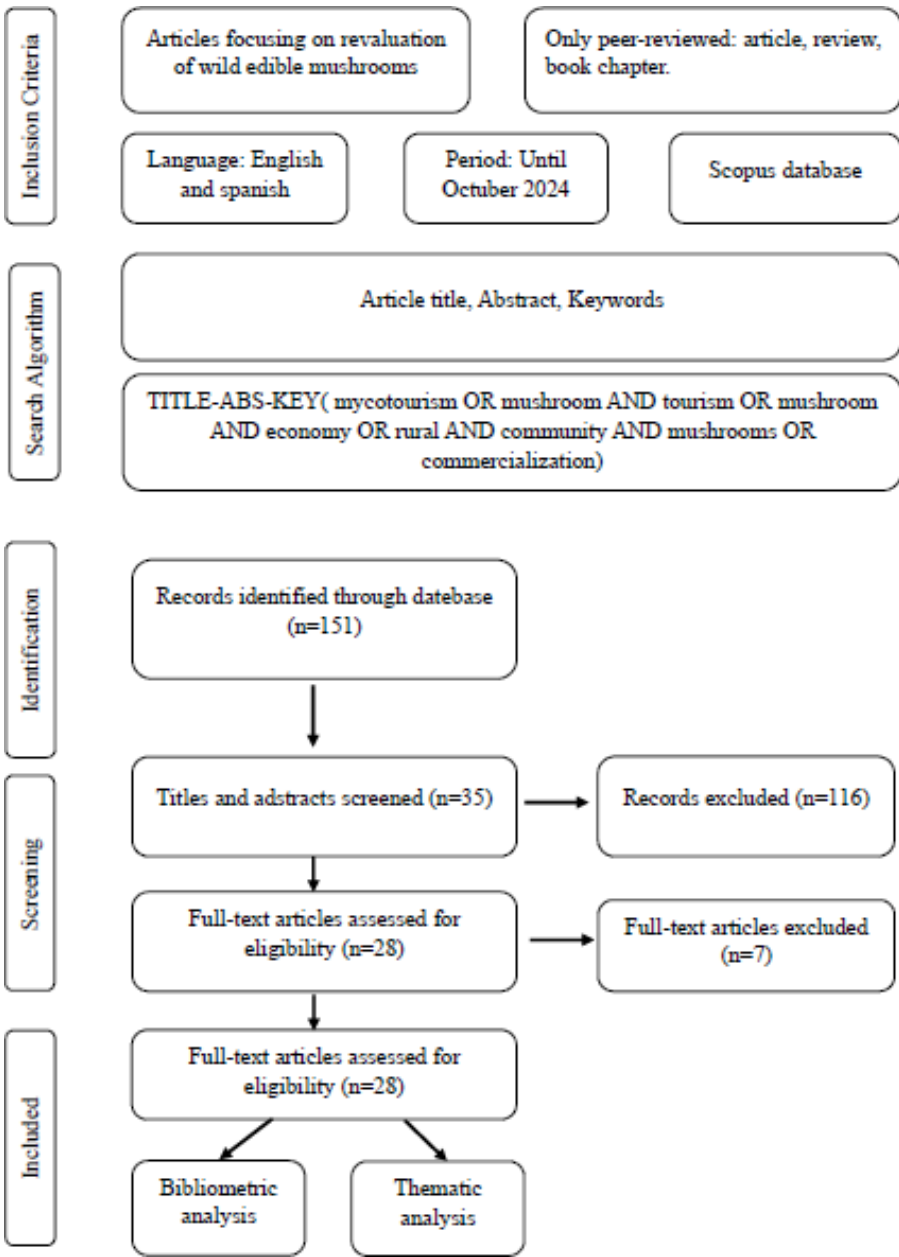


Figura 9. Protocolo de Revisión

Es de suma importancia analizar la producción científica para así proponer estrategias para las comunidades rurales que tiene como un recurso económico importante a los HCS. Esta sección de la investigación se ha dividido para destacar los resultados del análisis bibliométrico por un lado y la revisión sistemáticas de literatura por el otro.

Análisis Bibliométrico

El presente análisis bibliométrico permitió detectar el contenido de los artículos analizados, se detectaron las palabras clave, nombre de autores, nombre de países, numero de citaciones de los artículos, y referencias de los artículos sobre estrategias de revalorización aplicables a los HCS para el beneficio de las comunidades rurales.

Palabras clave

El número de palabras utilizadas por los autores sumaron un total de 137. Se utilizo el software VOSviewer que detecto que existe una conexión entre 47 palabras clave, las cuales se representan en la figura 3. Las palabras clave que aparecen en mayor proporción en los articulos son “wild mushrooms”, “México”, “non-timber forest products”, “natural resources”, “community-based natural resource management”, “giahs”, “social network analysis”. Los conceptos fueron agrupados en 7 grupos de acuerdo con sus relaciones. La repetición de estas palabras clave sugiere relaciones entre los HCS y estrategias para las comunidades rurales (Figura 10).

Autores y países

En los 28 artículos analizados se encuentran 84 autores con un promedio de 3 autores por artículo. Estos artículos fueron mapeados con el software VOSviewer en la figura. En los artículos analizados 8 comparten un autor, lo que indica una relación entre las estrategias analizadas para los HCS y los autores que incluye dichos artículos. Los autores que predominan las publicaciones son de México y

Estados Unidos con 6 seguidos por Italia y España con 4 y 3 respectivamente (Figura 11).

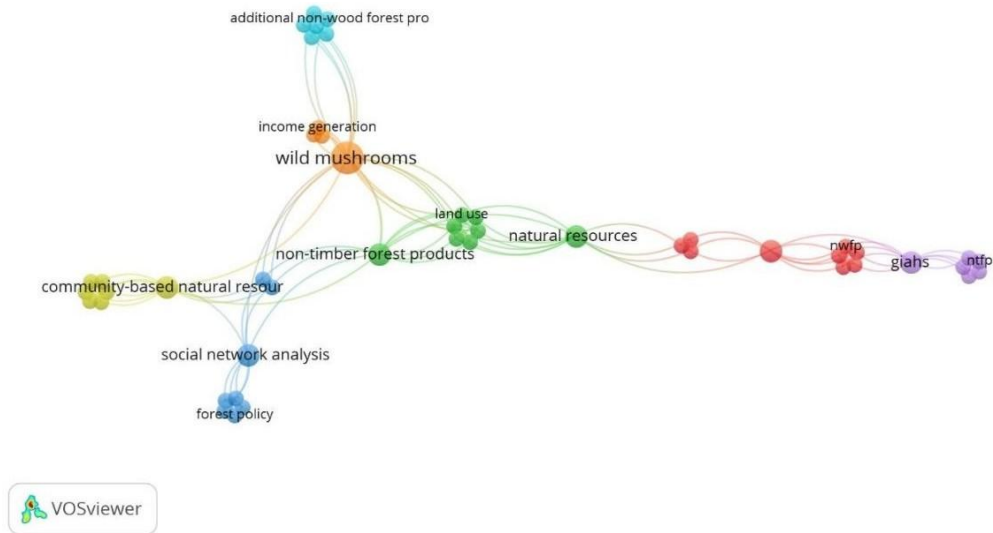


Figura 10. Palabras clave.

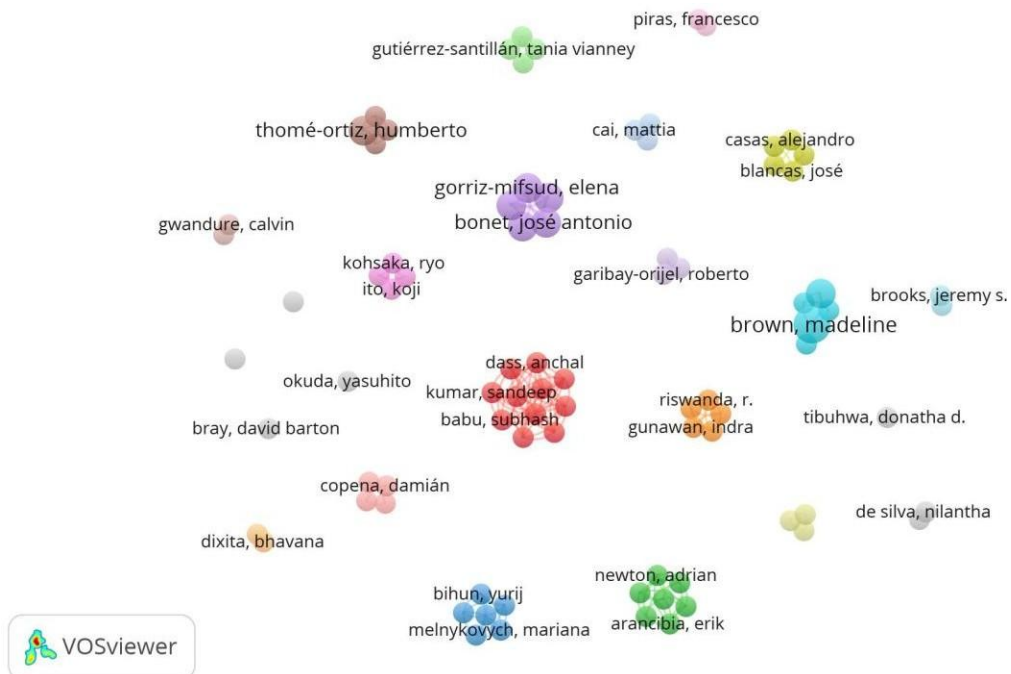


Figura 11. Autores.

Las investigaciones analizadas fueron citadas 486 veces. El artículo que lleva por nombre “Entrepreneurship in value chains of non-timber forest products”, con 90 citas fue el más citado de las 28 investigaciones analizadas, seguido por “Income generation from wild mushrooms in marginal rural areas”, “Social-ecological innovation in remote mountain areas: Adaptive responses of forest-dependent communities to the challenges of a changing world”, con 81 y 79 citas respectivamente. Las publicaciones provienen de 24 revistas, 2 revistas cuentan con tres publicaciones y 22 solo con una publicación.

Citas, Revistas y Referencias

Para hacer el análisis robusto se utilizó el software VOSviewer para analizar las referencias de cada publicación, el resultado fue que se encontraron que las publicaciones citaron un total de 1400 documentos de los cuales solo 10 se repiten en varios artículos. El número de revistas citadas ascendió a 915 y se identificó que la revista “Economic Botanic”, aparece en todos los artículos seguida por la revista “Geoheritage” y “Sustainability”, apareciendo en 24 y 22 investigaciones respectivamente.

Análisis Temático

Existe numerosos casos de éxito de los HCS para aprovechar este recurso forestal no maderable, del cual México es el segundo reservorio de especies comestibles más grande, solo después de China, en los últimos años se han realizado investigaciones en diferentes partes del mundo con la finalidad de revalorizar este RFNM, algunos casos tales como la gestión comunitaria. el micoturismo, la innovación biotecnológica, estrategias económicas y el empoderamiento de mujeres.

Gestión comunitaria

Las comunidades forestales en áreas montañosas remotas están adoptando innovaciones sociales y ecológicas para enfrentar los desafíos del cambio climático, la degradación ambiental y las presiones socioeconómicas. Estas

comunidades combinan conocimientos tradicionales con nuevas prácticas, como el uso de cultivos resistentes y agroforestería, para adaptarse a las condiciones cambiantes y mejorar la sostenibilidad. La participación comunitaria y la gobernanza local son clave para la toma de decisiones, aunque enfrentan obstáculos como la falta de recursos y las políticas externas (Melnykovich *et al.*, 2018).

En Bután el Manejo comunitario del hongo Matsutake enfrenta desafíos en las comunidades locales para gestionar a este hongo de manera sostenible. Aunque el gobierno central tiene un papel clave en la regulación de los recursos, su enfoque centralizado puede obstaculizar la autonomía de las comunidades. Una colaboración más estrecha entre el gobierno y las comunidades locales podría mejorar la gestión y la sostenibilidad del recurso (Brooks y Tshering 2010).

El capital social cognitivo y gobernanza local en la recolección de HCS se centra en cómo el conocimiento compartido y las normas dentro de la comunidad (capital social cognitivo) pueden influir en el diseño de permisos para la recolección de hongos. Los permisos de recolección deberían ser diseñados de manera participativa, integrando el conocimiento tradicional de las comunidades sobre los hongos y sus prácticas de manejo sostenible, lo que contribuiría tanto a la conservación de los recursos como al empoderamiento comunitario (Gorriz-Mifsud *et al.*, 2023).

En Galicia España las comunidades rurales gestionan los bosques y la recolección de HCS de manera colectiva. A través de iniciativas comunitarias, las comunidades establecen reglas para la recolección de hongos y la protección del ecosistema, asegurando la sostenibilidad y generando beneficios económicos. No obstante, enfrentan desafíos como la falta de educación en prácticas sostenibles y posibles conflictos con las políticas gubernamentales (Copena *et al.*, 2022).

En Cataluña, España, el sistema de permisos para la recolección de HCS ilustra cómo el capital social estructural (las redes de relaciones dentro de la comunidad)

influye en la gobernanza forestal local. Las comunidades con fuertes redes sociales, basadas en la cooperación y confianza, gestionan de manera más eficiente los recursos forestales y respetan las regulaciones sobre la recolección de HCS. La implementación de permisos en estas comunidades es exitosa, pero en comunidades con menos capital social, los desafíos aumentan, como la falta de cooperación y cumplimiento (Gorriiz-Mifsud *et al.*, 2017).

En México en la Sierra Norte de Oaxaca, las comunidades indígenas gestionan colectivamente los bosques a través del sistema de Pueblos Mancomunados. Este modelo fusiona enfoques de conservación y uso sostenible de los recursos forestales, influenciado por las filosofías de John Muir (preservación) y Gifford Pinchot (gestión sostenible). Las decisiones de gestión son comunitarias y democráticas, lo que ha permitido la recuperación de los bosques. Sin embargo, enfrentan desafíos como el cambio climático y las presiones externas, lo que requiere adaptarse a los cambios globales sin perder su sabiduría tradicional (Bray 2016).

Micoturismo

El micoturismo, una forma de ecoturismo centrada en la recolección y disfrute de HCS, ha emergido como una actividad que combina el desarrollo económico con la conservación ambiental y la preservación de tradiciones culturales. En México, particularmente en comunidades como la Ñhöñho y en regiones de Oaxaca, el micoturismo no solo genera ingresos adicionales, sino que también promueve un uso sostenible de los recursos naturales (Robles-García *et al.*, 2023).

El ecoturismo micológico en México Central también resalta cómo el conocimiento ecológico tradicional y los sistemas de información micológica se combinan para preservar las especies locales y compartir el saber ancestral sobre los HCS (Jiménez-Ruiz *et al.*, 2017). Sin embargo, el micoturismo enfrenta desafíos, como la sobreexplotación de los recursos y la falta de infraestructura adecuada, lo que requiere un manejo responsable y políticas de conservación. el micoturismo es una oportunidad para generar ingresos sostenibles en

comunidades rurales, promoviendo tanto la conservación de los ecosistemas como la valorización de las tradiciones culturales (Thomé-Ortiz, 2018).

Innovación Biotecnológica

La micología aplicada, que estudia los HCS y sus aplicaciones prácticas, puede mejorar los medios de vida rurales a través de la gestión sostenible de la recolección del hongo Matsutake en China. Este HCS es una fuente importante de ingresos para las comunidades rurales, pero su recolección enfrenta desafíos como la sobreexplotación. Se aboga por implementar estrategias de manejo sostenible que aseguren la conservación de los bosques y la biodiversidad, promoviendo prácticas agrícolas responsables (Brown *et al.*, 2018).

La colaboración entre la industria y la academia ha mejorado la producción agrícola en Japón, específicamente en la producción del hongo oreja de nube en la Prefectura de Tottori. Gracias a esta colaboración, se han introducido innovaciones en técnicas de cultivo y biotecnología, lo que ha incrementado la productividad y mejorado la calidad del producto. Además, la producción de este hongo ha diversificado los mercados y ha impulsado la economía rural, adaptándose a prácticas agrícolas más sostenibles (Okuda, 2023).

Estrategias económicas

Los emprendedores pueden agregar valor a los RFNM, como hongos, frutas y plantas medicinales. Estos productos tienen un gran valor comercial y pueden mejorar la economía local mediante su procesamiento y comercialización innovadora. Sin embargo, los emprendedores enfrentan desafíos como el acceso limitado a financiamiento, la falta de infraestructura y la falta de conocimientos de mercado. A pesar de estos obstáculos, el emprendimiento en los RFNM puede promover la sostenibilidad ambiental y contribuir al desarrollo económico de las comunidades rurales (Te velde *et al.*, 2006).

Los HCS como fuente de ingresos y mejora de la nutrición en zonas rurales marginales, son recursos naturales accesibles, que requieren pocas inversiones

para su recolección, y son valiosos tanto por sus propiedades nutricionales como medicinales. Sin embargo, su aprovechamiento está limitado por la falta de conocimiento sobre sus beneficios y técnicas de recolección segura, así como por la escasa infraestructura para su comercialización (Cai *et al.*, 2011).

En Tanzania, los HCS tienen un gran potencial nutricional, pero su recolección y consumo no son sistemáticos, lo que limita su impacto económico (Tibuhwa 2013). En China, la cooperación social entre familiares, clanes y vecinos facilita la recolección y distribución de recursos naturales, pero la integración de estos productos en el mercado puede generar tensiones y sobreexplotación de los ecosistemas. Ambos contextos coinciden en que la recolección de HCS puede convertirse en una fuente importante de ingresos si se gestionan adecuadamente (Brown y Ready 2022)

En la región del Gran Mekong pueden utilizar los HCS de manera sostenible como fuente económica y recreativa. Los HCS no interfieren con los cultivos comerciales como café, arroz y té, ya que se recolectan en zonas no cultivadas. Esta actividad ayuda a diversificar los ingresos de las familias y fomenta la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, la sobreexplotación y el cambio climático representan riesgos para su sostenibilidad (McLellan y Brown 2017).

Los desafíos incluyen la sostenibilidad de la recolección, el acceso a mercados y el riesgo de envenenamiento por confusión de especies. Se destacan la necesidad de educación y capacitación en las comunidades rurales sobre cómo identificar y recolectar HCS de manera segura, así como la importancia de fomentar prácticas de recolección sostenible. Además, la creación de infraestructuras adecuadas y el apoyo gubernamental son fundamentales para potenciar la comercialización de los hongos y garantizar que esta actividad beneficie de manera equitativa a las comunidades rurales sin agotar los recursos naturales.

Empoderamiento de mujeres

Las mujeres tienen un papel crucial en la preservación y transmisión de conocimientos tradicionales sobre los recursos naturales, especialmente en comunidades rurales de África. La etnomicología aborda cómo las mujeres son las principales responsables de la recolección de hongos y la transmisión de conocimientos sobre sus usos culinarios y medicinales. Aunque su rol es fundamental para la sostenibilidad ecológica, enfrentan desigualdades de género y falta de reconocimiento en las políticas públicas (Garibay-Orijel *et al.*, 2012).

En África las mujeres son guardianas del conocimiento indígena en áreas como la agricultura, la medicina tradicional y la gestión de recursos naturales. Este conocimiento, transmitido oralmente, enfrenta amenazas por la globalización, el cambio climático y la falta de apoyo institucional. Sin embargo, las mujeres continúan adaptándose a las nuevas condiciones climáticas con sus prácticas tradicionales (Gwandure y Lukhele-Olorunju, 2023).

En la Reserva de la Biosfera Achanakmar-Amarkantak, las mujeres tribales tienen un conocimiento profundo sobre las especies locales de HCS y juegan un rol clave en su recolección y conservación. Aplican prácticas sostenibles que favorecen la regeneración de los hongos y protegen los ecosistemas de la región, lo que beneficia tanto a la biodiversidad como a la economía local. Además, las mujeres están empoderadas a través de programas de capacitación que mejoran sus habilidades en gestión de recursos naturales. A pesar de los desafíos como la deforestación y el cambio climático, su trabajo ha demostrado ser vital para la resiliencia ecológica y económica de las comunidades (Dixita y Ekkab 2023).

En el Reino Ikwerre en Nigeria, las mujeres rurales también dependen de la recolección de HCS para complementar su seguridad alimentaria y generar ingresos. Tienen un conocimiento ancestral sobre las especies comestibles y peligrosas, y su actividad se basa en métodos tradicionales de recolección que no requieren grandes inversiones. Esta actividad fortalece la autonomía económica de las mujeres y contribuye a la sostenibilidad de las comunidades, aunque también necesitan apoyo institucional para mejorar su acceso a mercados y prácticas de recolección responsable (Elenwa *et al.*, 2019).

Discusión

Se han desarrollado diversos trabajos en la actualidad que han permitido cuantificar la diversidad y la riqueza de diferentes géneros de HCS que han logrado contribuir al éxito de ser un producto local-regional o de exportación con un valor de mercado altamente competitivo como se registró en China. Los HCS en México están asociados principalmente a la dieta de grupos étnicos, esto debido a percepciones socioculturales.

México sufre de enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes, hipertensión entre otras, asociadas a hábitos en alimentos ultraprocesados. En México, la diabetes afecta a 12.8 millones de personas (Basto-Abreu *et al.*, 2021). Mejorar los medios de vida de las personas a través de un recurso que forma parte de su patrimonio natural es la mejor manera de desarrollar un sentido de orgullo, propiedad y responsabilidad por ella con una gestión sostenible continua de ese recurso (Antonelli *et al.*, 2020).

La promoción de un comercio justo con las comunidades rurales, locales y regionales que viven en las proximidades de los bosques (mediante la creación de cooperativas locales, en las que participen principalmente mujeres), fomentaría el uso sostenible de los HCS (y al mismo tiempo contribuiría al empoderamiento de las mujeres) y a la mitigación de la pobreza en zonas socialmente marginadas, de bajos ingresos y vulnerables (Guerin-Laguet, 2021; Pérez-Moreno, Mortimer, *et al.*, 2021).

Los HCS comercializados por los pobladores de la comunidad de Nueva Vaquería pueden ser objeto de estrategias como la innovación biotecnológica para la preservación de la diversidad y la masa forestal a través del aprovechamiento sostenible, diversificación de fuentes de ingreso de las personas de la comunidad que se dediquen a esta actividad, estrategias como micoturismo con la adecuada guía son viables para la comunidad (Ogawa *et al.*, 2019; Guerin-Laguet, 2021).

En La Región de Las Montañas, donde el comercio de HCS puede ser predominantemente local y menos formal, es posible que los recolectores enfrenten dificultades para obtener precios justos por sus productos. Adoptar estrategias como la gestión comunitaria, el emprendimiento de proyectos y la formación de asociaciones formada por mujeres sean un medio viable para que las comunidades como Nueva Vaquería puedan seguir subsistiendo.

Conclusión

La revalorización de los Hongos Comestibles Silvestres (HCS) es una estrategia integral que busca equilibrar el aprovechamiento de un recurso natural valioso con la conservación del medio ambiente y el fortalecimiento de las culturas locales. A través de la educación y capacitación, las comunidades pueden adquirir los conocimientos necesarios para recolectar de manera responsable, fomentando prácticas sostenibles que preserven tanto la biodiversidad como los saberes tradicionales. La participación en ferias y mercados, así como la creación de productos derivados, permite diversificar su uso y aumentar su valor económico, fortaleciendo la economía local y creando nuevas oportunidades laborales.

Agradecimientos: al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por la beca obtenida para la realización de mis estudios de doctorado.

Referencias.

- Antonelli, A. , Fry, C. , Smith, R. , Simmonds, M. , Kersey, P. , Pritchard, H. , Abbo, M. , Acedo, C. , Adams, J. , Ainsworth, A. , Allkin, B. , Annecke, W. , Bachman, S. , Bacon, K. , Bárríos, S. , Barstow, C. , Bell, E. , Bensusan, K. , & Zhang, B. (2020). State of the World's Plants and Fungi 2020. <https://doi.org/doi.org/10.34885/172>
- Aravantinos, S., Lavidas, K., Voulgari, I., Papadakis, S., Karalis, T., & Komis, V. (2024). Educational Approaches with AI in Primary School Settings: A Systematic Review of the Literature Available in Scopus. In *Education Sciences* (Vol. 14, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/educsci14070744>
- Basto-Abreu, A., López-Olmedo, N., Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, C. A., de la Cruz-Góngora, V., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barquera, S., Villalpando, S., & Barrientos-Gutiérrez, T. (2021). Prevalence of diabetes and glycemic control in Mexico: national results from 2018 and 2020. *Salud Publica de Mexico*, 63(6), 725–733. <https://doi.org/10.21149/12842>
- Bray, D. B. (2016). Muir and Pinchot in the Sierra Norte of Oaxaca: Governance of forest management and forest recovery in Pueblos Mancomunados. *World Development Perspectives*, 4, 8–10. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2016.11.014>
- Brooks, J. S., & Tshering, D. (2010). A respected central government and other obstacles to community-based management of the matsutake mushroom in Bhutan. *Environmental Conservation*, 37(3), 336–346. <https://doi.org/10.1017/S0376892910000573>
- Brown, M., McLellan, T., Li, H., & Karunarathna, S. C. (2018). Applied Mycology Can Contribute to Sustainable Rural Livelihoods: Building upon China's Matsutake Management Initiatives. *Environmental Management*, 61(2), 263–274. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0976-3>
- Brown, M., & Ready, E. (2022). Market integration and cooperative resource harvesting among kin, clan, and neighbors in rural China. *Ecology and Society*, 27(4). <https://doi.org/10.5751/ES-13601-270417>

- Cai, M., Pettenella, D., & Vidale, E. (2011). Income generation from wild mushrooms in marginal rural areas. *Forest Policy and Economics*, 13(3), 221–226. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2010.10.001>
- Copena, D., Pérez-Neira, D., Macías Vázquez, A., & Simón, X. (2022). Community forest and mushrooms: Collective action initiatives in rural areas of Galicia. *Forest Policy and Economics*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102660>
- Dixita, B., & Ekkab, R. (2023). Mushroom diversity conservation through tribal women in Achanakmar-Amarkantak Biosphere Reserve. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 22(2), 444–449. <https://doi.org/10.56042/ijtk.v22i2.32288>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- El Sol de Córdoba. (2023, October 18). Nueva Vaquería: El sitio veracruzano con la mejor vista al Pico de Orizaba. <https://www.elsoldecordoba.com.mx/doble-via/nueva-vaqueria-localidad-de-calcahualco-mas-cercana-al-pico-de-orizaba-10706772.html>
- Elenwa, C. O., Isife, B. I., & Nkoro, F. O. (2019). Indigenous Mushroom Harvesting and Strategies among Rural Women in Ikwerre Kingdom, Rivers State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 23, 105–112. <https://doi.org/10.11226/v23i1>
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, 105(3), 1809–1831. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>
- Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., & Estrada-Torres, A. (2006). People using Macro-Fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity*, 21, 41-67. <https://www.researchgate.net/publication/239768851>
- Garibay-Orijel, R., Ramírez-Terrazo, A., & Ordaz-Velázquez, M. (2012). Women care about local knowledge, experiences from ethnomycology. In *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* (Vol. 8). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-25>

- Gorriz-Mifsud, E., Secco, L., Da Re, R., Pisani, E., & Bonet, J. A. (2017). Structural social capital and local-level forest governance: Do they inter-relate? A mushroom permit case in Catalonia. *Journal of Environmental Management*, 188, 364–378. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.072>
- Gorriz-Mifsud, E., Secco, L., DA RE, R., Pisani, E., & Bonet, J. A. (2023). Cognitive social capital and local forest governance: community ethnomycology grounding a mushroom picking permit design. *Forest Systems*, 32(1). <https://doi.org/10.5424/fs/2023321-19673>
- Guerin-Laguette, A. (2021). Successes and challenges in the sustainable cultivation of edible mycorrhizal fungi – furthering the dream. In *Mycoscience* (Vol. 62, Issue 1, pp. 10–28). The Mycological Society of Japan. <https://doi.org/10.47371/MYCOSCI.2020.11.007>
- Gwandure, C., & Lukhele-Olorunju, P. (2023). Women’s use of indigenous knowledge in Africa. In *Social Sciences and Humanities Open* (Vol. 8, Issue 1). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100741>
- Jiménez-Ruiz, A., Thomé-Ortiz, H., Espinoza-Ortega, A., & Bordi, I. V. (2017). Aprovechamiento recreativo de los hongos comestibles silvestres: Casos de micoturismo en el mundo con énfasis en México. *Bosque*, 38(3), 447–456. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300002>
- Lepcha, L. D., Shukla, G., Pala, N. A., Vineeta, Pal, P. K., & Chakravarty, S. (2019). Contribution of NTFPs on livelihood of forest-fringe communities in Jaldapara National Park, India. *Journal of Sustainable Forestry*, 38(3), 213–229. <https://doi.org/10.1080/10549811.2018.1528158>
- Liñán, F., & Fayolle, A. (2015). A systematic literature review on entrepreneurial intentions: citation, thematic analyses, and research agenda. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 11(4), 907–933. <https://doi.org/10.1007/s11365-015-0356-5>
- López-Hernández, A., Arellano Mont, L. J., Uribe Jiménez, I., Carlos, J., & Aparicio, A. (2022). Recolección, Comercialización y Consumo de Hongos Silvestres en La

Región Mixteca de Oaxaca, México. *Revista Etnobiología*, 20, 173–197.

McLellan, T., & Brown, M. (2017). Mushrooms and Cash Crops Can Coexist in Mountain Livelihoods: Wild Mushrooms as Economic and Recreational Resources in the Greater Mekong. *Mountain Research and Development*, 37(1), 108–120. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-15-00087.1>

Melnykovych, M., Nijnik, M., Soloviy, I., Nijnik, A., Sarkki, S., & Bihun, Y. (2018). Social-ecological innovation in remote mountain areas: Adaptive responses of forest-dependent communities to the challenges of a changing world. *Science of the Total Environment*, 613–614, 894–906. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.065>

Nicola Sitta, & Paolo Davoli. (2012). Edible Ectomycorrhizal Mushrooms: International Markets and Regulations. In *Edible Ectomycorrhizal Mushrooms* (pp. 355–380). <http://www.springer.com/series/5138>

Ogawa, W., Takeda, Y., Endo, N., Yamashita, S., Takayama, T., Fukuda, M., & Yamada, A. (2019). Repeated fruiting of Japanese golden chanterelle in pot culture with host seedlings. *Mycorrhiza*, 29(5), 519–530. <https://doi.org/10.1007/s00572-019-00908-z>

Okoli, C., & Schabram, K. (2015). A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. In *Communications of the Association for Information Systems* (Vol. 37). <http://ssrn.com/abstract=1954824> <http://aisel.aisnet.org/cais/vol37/iss1/43Electr>
oniccoppyavailableat:<https://ssrn.com/abstract=1954824>Electroniccopyavailableat:<https://ssrn.com/abstract=1954824>

Okuda, Y. (2023). Enhancement of rural agriculture in Japan through industry-academia collaboration: a case of cloud ear mushroom production in Tottori Prefecture. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1232830>

Omam, M. M. C., Sonfo Tsamo, A. nego, & Yasuoka, H. (2024). An assessment of forest

use and its benefits on livelihoods: A case of the Baka and Bantu communities, Southeast Cameroon. *Forest Policy and Economics*, 169.

<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2024.103344>

Pérez-Moreno, J., Guerin-Laguet, A., Rinaldi, A. C., Yu, F., Verbeken, A., Hernández-Santiago, F., & Martínez-Reyes, M. (2021). Edible mycorrhizal fungi of the world: What is their role in forest sustainability, food security, biocultural conservation and climate change? *Plants People Planet*, 3(5), 471–490. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10199>

Pérez-Moreno, J., Mortimer, P. E., Xu, J., Karunarathna, S. C., & Li, H. (2021). Global perspectives on the ecological, cultural and socioeconomic relevance of wild edible fungi. *Studies in Fungi*, 6(1), 408–424. <https://doi.org/10.5943/sif/6/1/31>

Raj, A. J., Biswakarma, S., Pala, N. A., Shukla, G., Kumar, M., Chakravarty, S., & Bussmann, R. W. (2018). Indigenous uses of ethnomedicinal plants among forest-dependent communities of Northern Bengal, India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0208-9>

Robles-García, D., Gutiérrez-Santillán, T. V., Montoya-Esquivel, A., & Sánchez-González, A. (2023). *Armillaria mellea* (Vahl.: Fr.) P. Kumm. a non-timber forest resource in the Nhõño culture: promoting sustainable development and ethnomycotourism. *Ethnobotany Research and Applications*, 25.

<https://doi.org/10.32859/era.25.41.1-18>

Roncero-Ramos, I., & Delgado-Andrade, C. (2017). The beneficial role of edible mushrooms in human health. In *Current Opinion in Food Science* (Vol. 14, pp. 122–128). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.04.002>

Shah, S. H. H., Lei, S., Ali, M., Doronin, D., & Hussain, S. T. (2020). Prosumption: bibliometric analysis using HistCite and VOSviewer. *Kybernetes*, 49(3), 1020–1045. <https://doi.org/10.1108/K-12-2018-0696>

Suazo, P., & Viana-Lora, A. (2022). The Contribution of Mycological Tourism to Well-Being, the Economy and Sustainable Development. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24).

<https://doi.org/10.3390/ijerph192417027>

- Suleiman, M. S., Wasonga, V. O., Mbau, J. S., Suleiman, A., & Elhadi, Y. A. (2017). Non-timber forest products and their contribution to households income around Falgore Game Reserve in Kano, Nigeria. *Ecological Processes*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s13717-017-0090-8>
- te Velde, D. W., Rushton, J., Schreckenberg, K., Marshall, E., Edouard, F., Newton, A., & Arancibia, E. (2006). Entrepreneurship in value chains of non-timber forest products. *Forest Policy and Economics*, 8(7), 725–741. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2005.06.010>
- Thomé-Ortiz, H. (2018). Information mycological systems and traditional ecological knowledge: The case of mycological tourism in central Mexico. In *Environmental Information Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (Vol. 3, pp. 1321–1336). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7033-2.ch060>
- Tibuhwa, D. D. (2013). Wild mushroom- an underutilized healthy food resource and income generator: Experience from Tanzania rural areas. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-49>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Wallin, J. A. (2005). Bibliometric methods: Pitfalls and possibilities. In *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology* (Vol. 97, Issue 5, pp. 261–275). https://doi.org/10.1111/j.1742-7843.2005.pto_139.x
- Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. In *Journal of Planning Education and Research* (Vol. 39, Issue 1, pp. 93–112). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES GENERALES

La valorización integral de los hongos comestibles silvestres (HCS) en México, particularmente en lugares como La Región de las Montañas, representa una oportunidad clave para atender múltiples desafíos sociales, económicos, culturales y ambientales. A través de un enfoque holístico, es posible dimensionar el profundo impacto que estos recursos tienen en la cultura popular, así como su relevancia para el bienestar de comunidades que enfrentan pobreza extrema y limitaciones estructurales para acceder a medios de vida dignos y sostenibles.

La pérdida progresiva de saberes tradicionales relacionados con el uso de los HCS, junto con el abandono de prácticas sustentables de recolección, ha contribuido a su invisibilización dentro de las dinámicas económicas y alimentarias del país. Sin embargo, el rescate de estos conocimientos, sumado a la promoción del consumo responsable de los HCS, puede revertir esta tendencia. Además de su valor nutricional, los HCS tienen un papel ecológico fundamental al proteger los bosques de factores adversos como sequías, salinidad, plagas y contaminación. Por ello, su conservación no solo tiene sentido desde una perspectiva alimentaria y cultural, sino también como estrategia clave para la protección ambiental.

El impulso a la comercialización de baja escala, acompañado de prácticas de comercio justo, el desarrollo de productos derivados y la participación en ferias locales, puede abrir nuevas oportunidades económicas para las comunidades rurales. Estas acciones permiten conectar directamente a los productores con los consumidores, reactivando economías locales y fomentando el consumo de alimentos saludables y de origen natural, en contraposición a los ultraprocesados que han contribuido al aumento de enfermedades crónicas como la diabetes.

Asimismo, el empoderamiento de las comunidades mediante la educación, la capacitación y el acceso al conocimiento científico y técnico permite una recolección segura, responsable y sostenible de los HCS, fortaleciendo el vínculo entre la población y su entorno natural. Iniciativas como la certificación y el

etiquetado ecológico, el desarrollo de la investigación sobre propiedades medicinales y el turismo micológico, agregan valor al recurso y lo posicionan como un motor potencial de desarrollo sostenible.

En conjunto, estas estrategias promueven un modelo de desarrollo que articula la conservación ambiental con la justicia social, el fortalecimiento cultural y el bienestar económico. La revalorización de los HCS no debe entenderse solo como una tendencia gastronómica o ecológica, sino como una vía concreta para transformar realidades complejas a partir de los propios recursos y conocimientos del territorio. Apostar por los HCS es, en última instancia, apostar por un México más justo, sustentable y culturalmente resiliente.