



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**

INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”



**ETNOMICOLOGÍA, DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA DE
MACROMICETOS DEL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE EN LA ZONA DE SAN
MIGUEL CANOA, PUEBLA**

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

Miriam Toxqui Munguía

Director de tesis:

Dr. Ricardo Munguía Pérez



Julio 2023



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**



INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”

**ETNOMICOLOGÍA, DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA DE
MACROMICETOS DEL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE EN LA ZONA DE SAN
MIGUEL CANOA, PUEBLA**

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

Miriam Toxqui Munguía

Comité tutorial:

Director	Dr. Ricardo Munguía Pérez
Co-Director	Dr. Raúl Ávila Sosa Sánchez
Tutor	Dra. María Teresa Zayas Pérez
Integrante Comité Tutorial	Dr. Manuel Huerta Lara
Integrante Comité Tutorial	Dr. Marco Antonio Marín Castro
Integrante Comité Tutorial	Dr. María Dolores Castañeda Antonio

Julio 2023

ÍNDICE GENERAL

I.-INTRODUCCIÓN.....	8
II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2.1. Pregunta de investigación.....	10
2.2. Preguntas secundarias (tópicas)	10
III.- OBJETIVO GENERAL	10
3.1. Objetivos particulares.....	10
IV.- JUSTIFICACIÓN	11
4.1. Relevancia social.....	11
4.2. Viabilidad.....	11
V.- MARCO TEÓRICO	12
5.1. Marco conceptual	12
5.2. ¿Qué son los hongos?.....	14
5.3. - Clasificación de los hongos	15
5.4.- Identificación	16
5.5.- Hongos comestibles	17
5.5.1. Hongos medicinales	17
5.6. - Reglamentar la recolección.....	18
5.6.1. Métodos de conservación de hongos.....	19
5.6.2. Conservación de germoplasma.....	20
VI. ANTECEDENTES.....	22
VII. ZONA DE ESTUDIO.....	24
7.1 Zona de estudio, comunidad de san miguel canoa, puebla.....	26
VIII. EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE.....	28
8.1. Índices de biodiversidad.....	29
8.2 Protocolo de recolecta de macromicetos	30
8.3. Marco de referencia.....	31
IX. MATERIALES Y METODOS	32
9.1. Tipo de estudio.....	32
9.2. Muestra.....	32
X. METODOLOGÍA	33
.....	33

XI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
11.1. Recolecta de material biológico	38
11.2. Zonas de muestreo.....	39
XII. ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD CON RESPECTO A ZONAS CONSERVADAS Y PERTURBADAS DEL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE	63
12.1. Biodiversidad	63
12.2. Medidas de biodiversidad.....	63
12.3. Zona de estudio	65
12.4. Índice de Shannon	65
XIII. MANEJO DE LOS HONGOS EN EL LABORATORIO.....	70
13.1. Aislamiento de cepas.....	70
13.2. Pruebas de crecimiento en diferentes medios de cultivo.....	71
13.3. Inoculación de granos de trigo con micelio.....	76
13.4. Conservación de germoplasma.....	78
XIV. SABERES TRADICIONALES.....	81
XV. CONCLUSIONES	90
XVI. SUGERENCIAS.....	91
XVII. REFERENCIAS	92
XVIII. ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. INDICADORES POBLACIONALES.....	26
TABLA 2 TIPO DE ESTUDIO.....	32
TABLA 3.MÉTODOS Y REFERENCIAS.....	37
TABLA 4. HONGOS RECOLECTADOS EN RUTA 1, PUEBLA. GEORREFERENCIA, EN EL AÑO 2022.....	40
TABLA 5 HONGOS RECOLECTADOS EN RUTA 2, TLAXCALA. GEORREFERENCIA, EN EL AÑO 2022...	42
TABLA 6. HONGOS RECOLECTADOS EN RUTA 3, TLAXCALA. GEORREFERENCIA, EN EL AÑO 2022.	46
TABLA 7. MATERIAL FOTOGRÁFICO DE ESPECÍMENES RECOLECTADOS EN FRESCO EN EL 2022.	51
TABLA 8. MEDIOS DE CULTIVO.....	72
TABLA 9. MEDIOS DE CULTIVO.....	73
TABLA 10. TIEMPO DE INOCULACIÓN.....	77
TABLA 11. NOMBRES COMUNES DE HONGOS SILVESTRES UTILIZADOS EN SMC EN EL AÑO 2022..	84

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA. 1. LOCALIZACIÓN PARQUE NACIONAL LA MALINCHE.....	25
FIGURA. 2. LOCALIZACIÓN SAN MIGUEL CANOA, PUEBLA.	27
FIGURA. 3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRABAJO DE CAMPO.....	33
FIGURA. 4 FIGURA. DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRABAJO DE LABORATORIO.....	35
FIGURA. 5 RUTA 1 PORCENTAJE DE MACROMICETOS, IDENTIFICADOS.	41
FIGURA. 6 RUTA 2 PORCENTAJE DE MACROMICETOS, IDENTIFICADOS.	45
FIGURA. 7 RUTA 3 PORCENTAJE DE MACROMICETOS, IDENTIFICADOS.	49
FIGURA. 8. REPRESENTACIÓN DE MUESTRAS ENCONTRADAS EN CADA RUTA.	50
FIGURA. 9 RUTAS DE MUESTREO.....	61
FIGURA. 10. FOTOS DE HONGOS COLECTADOS EN EL PNM EN EL AÑO 2022.....	62
FIGURA. 11. FOTOGRAFÍA PROPIA, TOMADA CON DRON DJI MINI SE EN EL AÑO 2022.....	66
FIGURA. 12 FOTOGRAFÍA PROPIA, TOMADA CON DRON DJI MINI SE EN EL AÑO 2022.....	67
FIGURA. 13. FOTOS DE HONGOS COLECTADOS EN EL PNM EN EL AÑO 2022.....	68
FIGURA. 14. OBTENCIÓN DEL TEJIDO VEGETATIVO EN EL LABORATORIO AÑO 2022.....	71
FIGURA. 15: A, B Y C: FOTOS DE HONGOS EN LABORATORIO. D: RUSSULA BREVIPES EN LABORATORIO. F: HONGOS SEMBRADOS EN CAJAS, EN EL AÑO 2022.....	75
FIGURA. 16 CRECIMIENTO DE SEMILLAS EN BOLSAS.....	78
FIGURA. 17. SEMILLAS EN FRASCOS, FOTOGRAFÍA PROPIA AÑO 2023.....	80

FIGURA. 18. SEMILLAS EN FRASCOS, FOTOGRAFÍA PROPIA, AÑO 2023	80
FIGURA. 19 RESPUESTAS POR PARTE DE LOS HONGUEROS SOBRE QUÉ FAMILIAR LES ENSEÑÓ ACERCA DE LOS HONGOS.	82
FIGURA. 20. A: GORDITA CON HONGOS; B: MOLE DE HONGOS CON FRIJOLES; C: MOLE DE HONGOS; D: PIPIAN CON HONGOS FOTOGRAFÍAS PROPIAS, AÑO 2022.....	83
FIGURA. 21 RESPUESTAS DE LOS HONGUEROS SOBRE QUÉ CONSIDERAN QUE HA CONTRIBUIDO EN LA PERTURBACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LOS HONGOS EN LA MALINCHE.....	86
FIGURA. 22 FOTOGRAFÍA DE LA FERIA DE LOS HONGOS. FOTOGRAFÍA PROPIA, AÑO 2022.....	88
FIGURA. 23. A. B. FOTOGRAFÍAS EN RECORRIDOS CON HONGUEROS. C. REFORESTACIÓN 2022 DE LA ZONA POBLANA DE LA MALINCHE, FOTOGRAFÍA TOMADA CON DRON DJI MINI. FOTOGRAFÍAS PROPIAS.....	89

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo brindado para el curso y desarrollo de la maestría.

Al ICUAP BUAP y al posgrado en ciencias ambientales por el conocimiento y espacio para el desarrollo de este proyecto.

A los doctores, Ricardo Munguía Pérez y Raúl Ávila-Sosa Sánchez, a quienes agradezco su guía y sabiduría para poder concluir con éxito esta maestría.

Al colectivo Yolaltepetl, liderado, por el Miguel Reyes y Jorge Reyes quienes me apoyaron, con sus saberes y me abrieron las puertas de la Malinche y San Miguel Canoa.

A mis padres quienes siempre han sido el motor que impulsa mis sueños y metas, siempre han sido mis mejores guías de vida, les dedico a ustedes este logro como una meta más conquistada.

I.-INTRODUCCIÓN

Los estudios ambientales, con el tiempo, han determinado como requisito realizar estudios holísticos, ya que las problemáticas actuales no son sistemas cerrados que solo se visualizan desde una única perspectiva, por ello, distintos investigadores proponen estudios completos para un mayor entendimiento de estas problemáticas. Una racionalidad ambiental no es la expresión de una lógica, sino el efecto de un conjunto de prácticas sociales y culturales, diversas y heterogéneas que dan sentido y organizan a los procesos sociales a través de ciertas reglas, medios y fines socialmente construidos (Zimmerman, 2016).

El Parque Nacional la Montaña Malinche o Matlalcuéyatl se estableció mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de octubre de 1938. Se localiza en los estados de Tlaxcala y Puebla, además, forma parte de la cadena montañosa conocida como Eje Neovolcánico Transversal (SEMARNAT, 2016). En este lugar persisten los famosos hongueros, distinguidos así por la gente de este lugar, y son reconocidos por recolectar hongos comestibles, los cuales son vendidos dentro y fuera de la junta auxiliar, estos macromicetos comestibles son utilizados para distintos guisados tradicionales, además, aún siguen siendo utilizadas algunas especies de hongos de forma curativa para poder aliviar las aflicciones de distintas enfermedades.

A finales del siglo XX, algunos científicos se mostraron preocupados debido a las pérdidas ecológicas que han existido en los ecosistemas, la gran pérdida de biodiversidad hizo pensar en métodos que ayudan a la preservación del medio ambiente ecológico, es por ello que han resultado alternativas como: los bancos de semillas y la conservación de germoplasma, sin embargo, se ha dejado de lado el reino fungí, es por ello que actualmente existe una mayor preocupación por la preservación de macro y micro micetos.

Este trabajo tiene como propósito la conservación del germoplasma de distintos macromicetos utilizados en San Miguel Canoa con respecto a su uso medicinal y comestible. En el presente estudio se realizará un acercamiento etnomicológico referente al Parque Nacional la Malinche, en el estado de Puebla, primordialmente en la junta auxiliar de San Miguel Canoa, zona donde siguen realizando prácticas tradicionales.

II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde tiempos antiguos, han existido diferentes problemas que deterioran los ecosistemas de nuestro planeta. El ecosistema del Parque Nacional la Malinche tiene diversos problemas tanto por causas naturales como por problemas sociales, estos problemas son: la deforestación, los incendios forestales, el pastoreo y la tala, algunas de estas son actividades que vienen de la mano con el desarrollo humano y con las costumbres que se realizan en la zona a estudiar, por la relación que existe entre el ecosistema y sociedad.

En Tlaxcala y Puebla solo han considerado influir en una parte de la restauración ecológica como la reforestación, sin pensar en el reino fungí, el cual también ha sufrido pérdidas considerables debido a los factores que se han mencionado. Existe una gran diversidad fúngica en este parque por lo que es fundamental estudiar las especies silvestres nativas, fortalecer su conservación y buscar alternativas para su aprovechamiento, además, el estudio de los hongos alucinógenos, medicinales y comestibles, puede generar grandes beneficios económicos, sociales, tecnológicos y científicos, y también se puede hacer uso del conocimiento tradicional y ecológico que existe al respecto para identificar las especies más valoradas y con mayor demanda que, eventualmente, pueden ser aprovechadas.

Como se ha mencionado, la pérdida de hábitats naturales pone en peligro la supervivencia de muchas especies de hongos, por lo que las colecciones de cultivos adquieren cada vez mayor importancia en la conservación *ex situ* de la biodiversidad y representan un importante componente en el desarrollo de investigaciones científicas. La colecta y preservación del germoplasma y, la conservación de ceparios de hongos juegan un papel muy importante en la preservación y mantenimiento de uno de los grupos más abundantes de organismos existentes en el planeta, considerando que estos podrían alcanzar un millón y medio de especies.

La conservación de germoplasma de macromicetos se basa en la recolección de (X) número de hongos para así llevarlos al laboratorio, hacer crecer las muestras y realizar una inoculación, la cual se hará en semillas de trigo, esto hará que se puedan preservar semillas miceliales y se genere una opción de conservación.

2.1. Pregunta de investigación

¿Qué importancia tiene la conservación del germoplasma en el área de San Miguel Canoa?

2.2. Preguntas secundarias (tópicas)

¿Cuál es la diversidad ecológica de macromicetos en la zona de estudio?

¿Es sustentable la conservación de germoplasma en semillas de trigo?

III.- OBJETIVO GENERAL

Realizar la identificación y conservación del germoplasma de macromicetos alucinógenos, medicinales y comestibles con usos etnomicológicos en el Parque Nacional la Malinche, en la zona de San Miguel Canoa, Puebla.

3.1. Objetivos particulares

1. Identificar la diversidad ecológica de macromicetos alucinógenos, medicinales y comestibles del Parque Nacional la Malinche en la zona de San Miguel Canoa.
2. Analizar el impacto ambiental que han sufrido los macromicetos en una zona conservada con respecto a una zona perturbada en el Parque nacional la Malinche.
3. Implementar la conservación del germoplasma de macromicetos del Parque Nacional la Malinche en la zona de San Miguel Canoa.
4. Aplicación de encuesta con carácter Etnomicológico, con respecto a la relación humano-hongo.

IV.- JUSTIFICACIÓN

Actualmente, existe una preocupación por la pérdida de biodiversidad en nuestro planeta, debido a esto, en distintos países, se han generado propuestas para la generación de bancos de semillas o germoplasma que tienen la finalidad de preservar distintas especies de plantas y semillas.

La recolección de hongos comestibles, medicinales y alucinógenos es de suma importancia dentro de la cultura mexicana, ya que esta actividad conlleva conocimientos etnomicológicos tradicionales de distintas culturas Mesoamericanas en diferentes partes del país. Particularmente, en la zona poblana de la Malinche, en la junta auxiliar San Miguel Canoa aún perduran los hongueros, los cuales recolectan estos hongos para el uso dentro y fuera de la zona. Por ello, en este trabajo se implementan estrategias de conservación del germoplasma de macromicetos en semillas de trigo por medio de la inoculación y banco de semillas, con esto se pretende conservar los macromicetos que son utilizados de manera medicinal y alucinógena, ya que generan beneficios sociales y ambientales, además de la conservación de la cultura Etnomicológica de los hongos.

4.1. Relevancia social

Al realizar las respectivas metodologías de conservación de germoplasma de macromicetos en semillas de trigo, se beneficia e implementa la conservación biológica de la zona poblana de la Malinche, aunado a la conservación de los conocimientos tradicionales y, con esto, se genera una alternativa para que posteriormente se realicen cosechas *in situ* en la zona del bosque de San Miguel Canoa para que estos macromicetos sigan siendo utilizados.

4.2. Viabilidad

El proyecto es viable dado que hay estudios previos que permiten la conservación de macromicetos en distintas semillas, estos son estudios que tienen como fin conservar hongos comestibles. En este proyecto, se probará la conservación de macromicetos alucinógenos,

medicinales y comestibles en semillas de trigo; sumado a que se cuenta con la infraestructura y los recursos humanos para la asesoría técnica.

V.- MARCO TEÓRICO

Los hongos son un conjunto de organismos muy diverso que encierra a los mohos y levaduras; en este proyecto de investigación se abordarán solamente hongos macroscópicos o bien, los llamados macromicetos. En el planeta existen aproximadamente 1.5 millones de especies de hongos y estos son identificados como el segundo conjunto de seres vivos más diverso, después de los insectos, Guzmán (1988) señaló que, en México, se conocen aproximadamente 6, 500 especies de hongos y estas representan el 3.3% de las 200 mil que probablemente crecen en México, estos datos sugieren que, lo que se sabe de los hongos, es mínimo.

Uno de los primeros hongos registrados del Parque Nacional la Malinche fue *Psilocybe aztecorum*, este hongo se desarrolla dentro de los bosques de alta montaña, además, muy probablemente fue utilizado con fines tradicionales por grupos mesoamericanos de la región en épocas anteriores a la conquista (Guzmán, 1983), pero existen más de doscientas especies de macromicetos, entre los cuales se encuentran los que son comestibles, tóxicos, alucinógenos, etc.

5.1. Marco conceptual

Referente al marco conceptual, como primer punto, se define la composición de la palabra etnos, la cual proviene de la traducción de pueblo, sin embargo, no solo se le da esta connotación, se debe considerar el sentido de cultura, tradición y conocimientos tradicionales.

Dicho lo anterior, se abordará la etnomicología en México, sin embargo, se describirá en primer lugar la etnobiología, la cual ha sido definida como una disciplina que se encarga del estudio de los usos de animales y plantas por pueblos indígenas que siguen guiándose por los conocimientos y las costumbres tradicionales (García, 2021). En los estudios etnobiológicos

se incluían ciencias como la etnografía, la etnología y los estudios de los hongos, pero no fue hasta principios del siglo XX que surgió el concepto de etnomicología (Silvia, 2021).

La etnomicología es una disciplina que estudia el vínculo que existe entre dos formas de vida sumamente diversas y complejas: las sociedades humanas y los hongos (Ruan, 2017), esta disciplina busca las relaciones existentes entre los grupos humanos y los hongos y también entender cómo hombres y mujeres los conciben, cómo y qué especies nombran y clasifican, los conocimientos tradicionales de su biología y su ecología, usos y prácticas en que estén involucrados y, sobre todo, cómo aparecen en sus cosmovisiones (Ruan, 2016).

En la actualidad, la etnomicología es concebida como un área de la etnobiología que se encarga de estudiar el saber tradicional y las manifestaciones e implicaciones culturales y/o ambientales que se derivan de las relaciones establecidas entre los hongos y el hombre a través del tiempo y el espacio (Moreno, 2014), en esta investigación se desarrollará un estudio sobre esta relación social-ambiental y los diversos problemas que se desarrollan al interactuar, estos conceptos teóricos y disciplinarios son importantes para un exitoso abordaje.

En el etnoconocimiento se refleja la doble estructura (biológica y cultural) de todo ser humano, por lo que estos saberes forman parte de un proceso de coevolución entre las sociedades y el medio que les rodea. Por otra parte, se reconoce la dimensión individual y colectiva de estos conocimientos, pues cada productor y comunidad hacen uso de estos saberes antiguos y presentes (Jiménez, 2016), además, son importantes para la sociedad y su uso es fundamental entre las comunidades.

Por tanto y como se ha mencionado, la Etnomicología es una ciencia transdisciplinaria híbrida que une distintas ciencias como la etnografía, etnología, antropología y, por supuesto, la biología, es por eso por lo que, en esta investigación, la Etnomicología será la ciencia base para su desarrollo.

5.2. ¿Qué son los hongos?

Hasta hace algunos años, los hongos, eran parte de la familia de las plantas, pero en la actualidad son más próximos a los animales, no producen clorofila, por lo que no producen fotosíntesis como las plantas superiores, además, son incapaces de producir su propio alimento con luz solar, los hongos necesitan de otros organismos vivos o muertos, ya que se alimentan por absorción, se reproducen mediante esporas y, también, se diferencian por ser **eucariotas**, estos son organismos cuyas células presentan un núcleo bien diferenciado que contiene material genético: cromosomas. A diferencia de estos, **los procariotas** carecen de núcleo individualizado, su único cromosoma, que es circular, está simplemente apilotado en el interior de la célula; a este grupo pertenecen, por ejemplo, las bacterias, cianobacterias, enterobacterias; por ello, ahora, tienen su propio reino llamado Fungí (Estrada, 2019).

Actualmente, en el reino fungí existen hongos superiores y hongos inferiores, comprenden cuatro grupos definidos, ya sea por el modo de sus esporas o por la estructura de su micelio en: basidiomicetos, ascomicetos, zigomicetos y quitridiomicetos.

Los hongos han desarrollado diversas formas de vida como **la simbiótica, la saprófita o la parásita**. *La simbiótica* hace referencia a una asociación entre dos seres vivos que viven juntos durante toda su vida o parte de ella, estos tienen relaciones ventajosas y con beneficios para ambas partes, un ejemplo particular son las micorrizas, esta es la asociación entre el micelio y las raíces de una planta y existen dos tipos: la endomicorriza, en la cual el micelio penetra a las raíces y, la ectomicorriza, el micelio envuelve las raíces formando una red.

Los hongos *saprófitos* se alimentan de materia orgánica o en descomposición, por lo general esto lo realizan todos los hongos que crecen cerca de las hojas, madera muerta o excrementos.

Los *parasitarios* se alimentan de materia orgánica viva (Maldonado, 2021).

5.3. - Clasificación de los hongos

Los hongos, como se había mencionado, constituyen un reino independiente llamado Fungí, los hongos que se estudian en esta investigación se reúnen en dos grandes grupos: los Ascomycetes y los Basidiomycetes, los podemos clasificar por clase, orden, género, familia y especie.

Los Basidiomycetes

Este grupo de hongos forman las esporas sobre una célula especializada, denominada basidio, la cual es de forma clavada y en su parte terminal se encuentran estructuras con la apariencia de pequeños cuernos, denominados esterigmas, y es ahí donde se producen las esporas que pueden ser dos o hasta cuatro, los basidiomicetos, generalmente, producen un micelio septado y bien desarrollado.

Dentro de los Basidiomycetes podemos encontrar una gran variedad de géneros de macromicetos, comúnmente encontramos: *Pleurotus spp.*, *Amanita caesarea*, *Laccaria laccata* y *Lycoperdon perlatum*. En este mismo grupo también se encuentran otros hongos que no presentan láminas y en su lugar hallamos dientes, poros, tubos o venas, pero su función es semejante a la de las láminas donde se producen las esporas.

Los ascomycetes

Estos hongos producen sus esporas en sacos redondeados en forma de gusano o globo y son conocidos bajo el término de asca, estos contienen las ascosporas que se reproducen como resultado de la cariogamia y meiosis. La mayoría de los ascomicetos producen un micelio bien definido, septado.

Los Ascomycetes constituyen el grupo más grande de los hongos, son de amplia distribución y se encuentran en todo tipo de hábitat, muchos son considerados con importancia alimentaria y económica y también como agentes causales de enfermedades en plantas y animales. Estos hongos no presentan láminas, poros o venas, el himenio generalmente es de superficie lisa y rugosa y es donde se producen las esporas. Algunos hongos que pertenecen a este grupo son: *Helvella spp.*, *Morchella spp.* (Diaz, 2003).

5.4.- Identificación

La identificación de los macromicetos, ordinariamente, se lleva a cabo en dos pasos: el primer paso, regularmente, se realiza *in situ* o en laboratorio, es decir que, con respecto a las características macroscópicas de los hongos, se realiza un estudio taxonómico para su identificación, en la literatura existen herramientas para poder realizar la apropiada identificación de los especímenes recolectados en campo. El siguiente paso es el estudio microscópico, este se lleva a cabo con un examen microscópico del tejido de nuestra muestra, estudiando las estructuras microscópicas y las esporas con la ayuda de claves taxonómicas, sin embargo, estos pasos se pueden apoyar comúnmente con la identificación molecular que suele ser exacta.

Los micólogos y taxónomos nombran a los macromicetos con términos relacionados, el sistema de identificación tiene el objetivo de identificar los hongos descritos. Los nombres científicos se componen de dos partes: el primero es el nombre genérico y el siguiente, el nombre específico.

Aún con estos métodos de identificación, actualmente, los micólogos se enfrentan a distintos problemas con respecto a la identificación, ya que existen en menor cantidad científicos dedicados al estudio taxonómico y, por supuesto, porque día con día se descubren nuevas especies de hongos, sin embargo, los nombres científicos y comunes han sido bien documentados en el caso de México (Guzmán, 1997). Cada país tiene diversas culturas y poblaciones que nombran a los macromicetos según características particulares como su forma, sabor, color o para su uso y consumo, estos son saberes tradicionales que aportan gran conocimiento a la rama científica de la micología (Garza, 2014).

5.5.- Hongos comestibles

Los macromicetos útiles son los que tienen propiedades comestibles y medicinales, muchas especies de macromicetos tienen propiedades terapéuticas y medicinales, los cuales son utilizados comúnmente como alimentos, tal es el caso de *Lentinula edodes*.

La mayoría de los hongos comestibles tienen un gran contenido de proteínas y son bajos en grasas; contienen aminoácidos y minerales útiles; y también son una fuente de nutrición fundamental, mejor que la cotidianamente consumida (Boa, 2005).

Es importante mencionar que muchas comunidades a nivel mundial tienen como tradición la recolección, el consumo y la venta de hongos, esta última se lleva a cabo ya sea en mercados o en las calles de las comunidades, las cuales aprovechan estas especies en distintos guisados, siendo las mujeres las precursoras en su uso; en México se lleva a cabo la micofagia desde tiempos históricos.

5.5.1. Hongos medicinales

Los conocimientos ancestrales son de gran importancia, ya que, desde tiempos antiguos, se han utilizado para solucionar distintas situaciones; uno de estos conocimientos incluye el tratamiento con hongos para aliviar diferentes afecciones de salud.

En la actualidad, se han confirmado las propiedades funcionales y medicinales de un gran número de hongos silvestres comestibles, así como el hallazgo de sus bioactivos. El valor de los hongos como un producto alternativo en el tratamiento de varias enfermedades ha abierto paso a distintas investigaciones, comprobando así su importancia medicinal, ya que tienen propiedades anticancerígenas, antibióticas (antimicrobianas, antivirales, antibacterianas, antiparasitarias), antioxidantes, antidiabéticas, reductoras del nivel de colesterol y la hipertensión, además de que pueden potenciar el sistema inmunológico humano, *Agaricus campestris* y *Agaricus bisporus* son algunos de los ejemplos claros que ayudan en el tratamiento de estos padecimientos (Jiménez *et al.*, 2013; Méndez, *et al.*, 2013).

Adicionalmente, se ha reconocido el enorme potencial de los hongos silvestres comestibles como una fuente natural para el combate de la diabetes, la cual es un problema de salud pública en México, por lo que sus bioactivos naturales (polisacáridos, fibras, proteínas, etc.) pueden ser utilizados para la prevención, control y tratamiento de esta.

Los hongos son fundamentales para la economía, pues se utilizan para fermentar el pan, el vino y la cerveza. Algunos otros son comestibles como las trufas y las colmenillas. Sin embargo, a lo largo de la historia, los hongos han sido utilizados específicamente en el área médica, el ascomiceto *Penicilium* fue determinante, ya que, a partir de su descubrimiento, fue creada la penicilina, siendo el primer antibiótico producido a gran escala, esta sustancia comenzó a ser utilizada en el siglo XX y ayudó a curar distintas infecciones provocadas por bacterias (Evangelista, 2007).

5.6. - Reglamentar la recolección

A nivel mundial existen leyes y políticas con respecto a la recolecta de hongos comestibles, especialmente en Europa, donde se han tomado distintas medidas con el fin de crear una colecta sostenible, proponen tres puntos cruciales: limitar la cantidad recolectada, implementar una colecta con métodos de recolección lo más loable posible y vedas de recolecta; por otro lado, en distintas comunidades, se realizan programas de concesión de permisos de recolecta, sin embargo, no se ha tenido mucho éxito con este último método. Por ejemplo, en Italia prohíben la recolección de los primeros rebrotes de algunas especies comestibles, con el fin de que estos primeros macromicetos puedan realizar una dispersión de sus esporas.

En el caso de México, aún no existen leyes ni políticas que controlen la colecta de hongos, podemos observar que muchas veces las colectas turísticas que se realizan en distintos bosques de México han tenido distintos impactos, sin embargo, estas colectas turísticas, además de estar poco controladas, podrían generar problemas con respecto a la producción de macromicetos en los bosques (Boa, 2005).

5.6.1. Métodos de conservación de hongos

La conservación de muestras biológicas es impredecible en el trabajo de la investigación, actualmente existen distintos procesos para conservar muestras microbiológicas, ya que realizar la conservación de estas tiene una gran importancia por ser un recurso genético, debido a que son fuentes de referencia, certificación, investigación y docencia. Por consiguiente, por medio de estas colecciones, se brindan servicios de asesoramiento y de transferencia del conocimiento científico.

La función principal de las colecciones es la conservación de cultivos microbianos axénicos, sin alteraciones genéticas o modificadoras, ni cambios morfológicos o fisiológicos. Las colecciones deben permitir la dotación de las cepas en un estado estable y asegurar su viabilidad a largo plazo. Mantener y conservar una colección de hongos es una tarea que demanda constante dedicación y vigilancia; requiere conocer las características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas de los hongos, así como sus requerimientos en cuanto a los métodos de preservación. Entre los más empleados en la actualidad se pueden mencionar: la liofilización, la crio preservación, la inmersión en aceite mineral y el cultivo en agua destilada (Panizo, 2005).

La liofilización es una técnica de conservación basada en el desecado de determinados materiales por medio de la sublimación del agua contenida en estos. Consiste en congelar el producto y posteriormente remover el hielo por sublimación, aplicando calor en condiciones de vacío.

La crio preservación es el proceso de enfriar y almacenar células, tejidos u órganos a temperaturas muy bajas o congelarlos para guardarlos para su uso en el futuro. También se llama crio banco (Gutiérrez, 2017).

La inmersión en aceite mineral consiste en cubrir el cultivo del hongo con aceite mineral para impedir la evaporación del agua contenida en el medio de cultivo y evitar el incremento de presión osmótica por concentración de los solutos, que produciría alteraciones importantes en el hongo.

La conservación de cultivos fúngicos en agua destilada estéril o método de Castellani ha sido avalada como un método que garantiza porcentajes elevados de viabilidad, pureza y estabilidad de las cepas; esto, unido a su bajo costo y sencillez, la convierte en una alternativa ventajosa para el mantenimiento de los cultivos (Fernández, 2013).

5.6.2. Conservación de germoplasma

Con respecto a la conservación, es importante entender que la pérdida de biodiversidad en el planeta es una preocupación actual y latente, la cual involucra aspectos científicos, económicos, políticos y ambientales, sin embargo, la biodiversidad se ha resaltado más como un concepto, por ello, es importante entender que la diversidad biológica se refiere a la variedad que existe entre los seres vivos y los complejos ecológicos.

La diversidad biológica engloba diferentes ecosistemas, especies y genes, así como su relativa abundancia y, si bien el germoplasma es el conjunto de genes que se transmiten por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras, en el gen es donde encontramos el material genético con los caracteres hereditarios que se transferirán de generación en generación de esa especie. El mayor ejemplo de esto son las semillas, ya que estas se pueden cultivar y garantizan la reproducción de la especie a cultivar.

Dicho lo anterior, debido a la pérdida de biodiversidad, han surgido alternativas como los bancos de germoplasma, en los cuales se realiza la conservación de diferentes genes, según la conservación *ex situ*, es decir, fuera del ambiente natural de la especie a resguardar y se direcciona en mejorar su reproducción (Median, 2006).

En el banco de germoplasma se realiza la conservación de semillas, tejidos, plantas o especies que están a un paso de la extinción o que sean especies nativas y se le considera banco por el valor que tiene de preservar, a futuro, la diversidad genética y por fines de investigación, por ello, su ventaja es brindar fácil accesibilidad al germoplasma reduciendo la pérdida de las especies.

Los bancos de germoplasma conservan las semillas ortodoxas, es decir, semillas que toleran un secado a niveles de humedad del 6% y que luego pueden ser congeladas a -20°C, algunas pueden ser mantenidas a medio ambiente. Esta forma de conservación, si bien no es la mejor, ayuda a contribuir en la conservación y duración de las semillas por periodos de más de 50 años (Condon, 2018).

El Plan de Acción Mundial (PAM) de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1996), tiene como objetivo la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, además, enlista acciones primordiales como: la conservación y mejoramiento *in situ*, conservación *ex situ*, utilización de los recursos fitogenéticos y desarrollo de instituciones y de capacidades.

El PAM representa una guía y una referencia importantes para establecer prioridades tanto a nivel nacional como de banco de germoplasma, así como a nivel de red regional. Por lo cual se recomienda a los integrantes de los bancos de germoplasma consultar este plan regularmente y cotejar los programas del banco con lo que establece el PAM directamente sobre la conservación *ex situ*.

Con respecto a la conservación de macromicetos, su método principal de reproducción es por medio de esporas; estas esporas se forman en hongos cuyos sombreros tienen láminas, a estas se les denomina basidios, sin embargo, en hongos que no tienen láminas y tienen forma cilíndrica, se les denomina ascas. Las esporas son transportadas por el viento o la lluvia, factores que generan que dos esporas de la misma especie se unan y hagan posible el crecimiento de un nuevo hongo.

Ya sabemos que el medio de reproducción es a través de esporas, sin embargo, las esporas son difíciles de conservar, por lo que, para preservar el germoplasma de macromicetos, la técnica que se lleva a cabo es la de recolectar hongos, los cuales se pueden sembrar *ex situ* en medios de cultivo para realizar su crecimiento, sin embargo, se necesita de varios procesos previos para después poder ser depositado en un sustrato para su conservación y creación de semillas miceliales.

En el caso de México, Mata, en el 2012, menciona que el estado con mayor número de cepas fúngicas conservadas es Chiapas, en el colegio de la frontera sur, con un total de 456 especies fúngicas, seguido del colegio de posgraduados con un total de 400 especies (Sánchez, 2012), lamentablemente solo el cepario del Instituto de Ecología (INECOL) utiliza métodos de conservación a “largo plazo” como la criogenización, aunque también maneja opciones para realizar estos procedimientos en su instituto (Anaya, 2019).

VI. ANTECEDENTES

A lo largo de la historia se han descubierto interesantes relaciones entre el ser humano y los hongos, la revista de arqueología mexicana, en el 2003 (Ramírez, 2006), publicó un artículo sobre los alucinógenos en el México prehispánico, en este se presenta un estudio histórico, arqueológico y etnológico en el que se aborda el uso de los hongos mazatecos.

Los estudios en las ciencias sociales en los últimos 10 años han sido bastos, como el de los hongos alucinógenos en las culturas precolombinas en Mesoamérica de Carod (2015), este estudio es de corte histórico y revisa los antecedentes en los usos de diferentes especies para los viajes psicotrópicos, además, hace un breve listado de los más importantes.

Distintos grupos históricos dejaron representaciones sobre los usos que le daban a los macromicetos, dejando en evidencia su uso en cuevas, rocas, códices, murales e incluso figuras que muestran la relación humano y hongo, estos eran utilizados en rituales antiguos para establecer un medio de comunicación entre su mundo sobrenatural y en el que se encontraban, de ahí que se hayan utilizado para la conexión con las divinidades mediante el trance (Aguilar, 2021).

Los seres humanos realizaban primordialmente estos rituales cuando las épocas de precipitación pluvial llegaban; gradualmente fueron acercándose al uso continuo de estos hongos, generando así lazos culturales y tradicionales. Esto dio pauta al surgimiento de las culturas micrófilas, de forma que los macromicetos se vuelven parte de su cotidianidad, lo

cual tuvo un impacto trascendental entre las formas de entender el universo y el mundo humano (Moreno Fuentes, 2001).

Esta información deja el evidente conocimiento y aprovechamiento que se tenía sobre el uso de los hongos, de tal forma que el fenómeno mico cultural ha sido documentado de manera tradicional, ya sea con los usos orales o de manera descriptiva o anecdótica; conforme se fue descubriendo esta información, muchos investigadores giraron la mirada a estos temas, pero con métodos científicos y metodologías de la etnomicología.

Estas investigaciones dejaron ver que la mayoría de las culturas americanas practicaban la etnogénesis, es decir, la búsqueda de deidades a través del trance por medio de sustancias alucinógenas y con la intervención de un chamán, el cual era el que realizaba el respectivo ritual; el chamán tenía la capacidad de comunicarse con muertos y dioses.

La revista Arqueología Mexicana, describe cómo los chamanes mayas usaban de manera amplia sustancias enteogénicas para curar enfermedades del tipo psicosomático con hongos alucinógenos como *Amanita muscaria* y varias especies del género *Psilocybe*, esta información aparece en códices mayas (Códice de desde p2, y Códice Madrid p.5 en revista de arqueología mexicana). Ahora bien, otro grupo mesoamericano son los aztecas, los cuales llamaban a los hongos alucinógenos teonanacatl, que significa “carne u hongo de los dioses”.

Con base en todo lo anterior, surge la importancia de abordar estos temas mediante la etnomicología, la cual, como se ha mencionado, estudia estos sucesos desde una aproximación científica, esta disciplina nos permite investigar y comprender las relaciones entre los grupos humanos y los hongos.

El dios Xochipilli de Tlalmanalco se muestra en estados extáticos y en su cuerpo se logran observar figuras labradas de hongos alucinógenos. Los aztecas tuvieron otra deidad llamada Pilzintli, Piltzintecuhtli o Topiltzin, una especie de manifestación de Xochipilli. Todos sus nombres significan Niño Dios, es el patrón de la “gentecita” o “niños santos”, ambos nombres cariñosos para los hongos alucinógenos (Carod, 2015).

Estos son algunos datos que deja entre ver este pasado con respecto a las relaciones que se han tenido con los hongos y los usos medicinales y alucinógenos que se han desarrollado a lo largo de la historia y que persisten hasta nuestros días en distintos lugares del país.

VII. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio es la junta auxiliar de San Miguel Canoa, perteneciente al municipio de Puebla, Puebla; la zona de influencia es el Parque Nacional la Malintzi (PNM) conocido también como Malinche o Matlalcuéyatl - “la de faldas azules”-, se ubica en los territorios de los estados de Tlaxcala y Puebla, en la zona centro-oriente de México, formando parte de la cordillera neovolcánica.

El Parque Nacional la Malinche o Matlalcuéyatl se estableció mediante Decreto Presidencial, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de octubre de 1938. La reserva forestal cuenta con una extensión de 45,711 hectáreas y posee una altitud de 4,420 metros. La biodiversidad de esta región contiene bosques mixtos de pino (*Pinus montezumae*), encino (*Quercus crassifolia*, *Quercus Laurina*, *Quercus crassipes*) encino-pino, pino encino y oyamel (*Abies religiosa*) (SEMARNAT, 2016).

El clima puede ser distinto por la altitud, se puede encontrar clima templado subhúmedo, y semiárido (SEMARNAT,2016). La precipitación media anual varía entre 600 y 800 mm; la temperatura media anual oscila entre 14 y 16° C. Los suelos que conforman el PNM se originaron a partir de las erupciones, por lo tanto, son suelos de productos piroplásticos (cenizas volcánicas), en la mayor parte de la superficie del PNM el suelo está conformado por material andosol vítrico y, en las partes más altas, por litosol (Cervantes, 2019). Todas estas características generan un ambiente idóneo para el crecimiento de macromicetos, ya que estos se desarrollan en lugares húmedos y, es en temporada de lluvias cuando se llegan a encontrar más ejemplares, también es importante mencionar que estos llegan a crecer bajo algunos árboles o sobre algunos que se encuentren en descomposición, bajo algunas especies de *Pinus*, en prados, pastizales o en suelos ricos en materia orgánica. Además, el PNM

determina el régimen de lluvias y de los vientos y, de cada 1000 litros de agua que se incorporan a la cuenca hidrológica del río Zahuapan, Atoyac, más del 80% proviene de la Malintzi (SEGOB, 2003; SEMARNAP, 2000; SEMARNAP, 2014) (Fig.1).

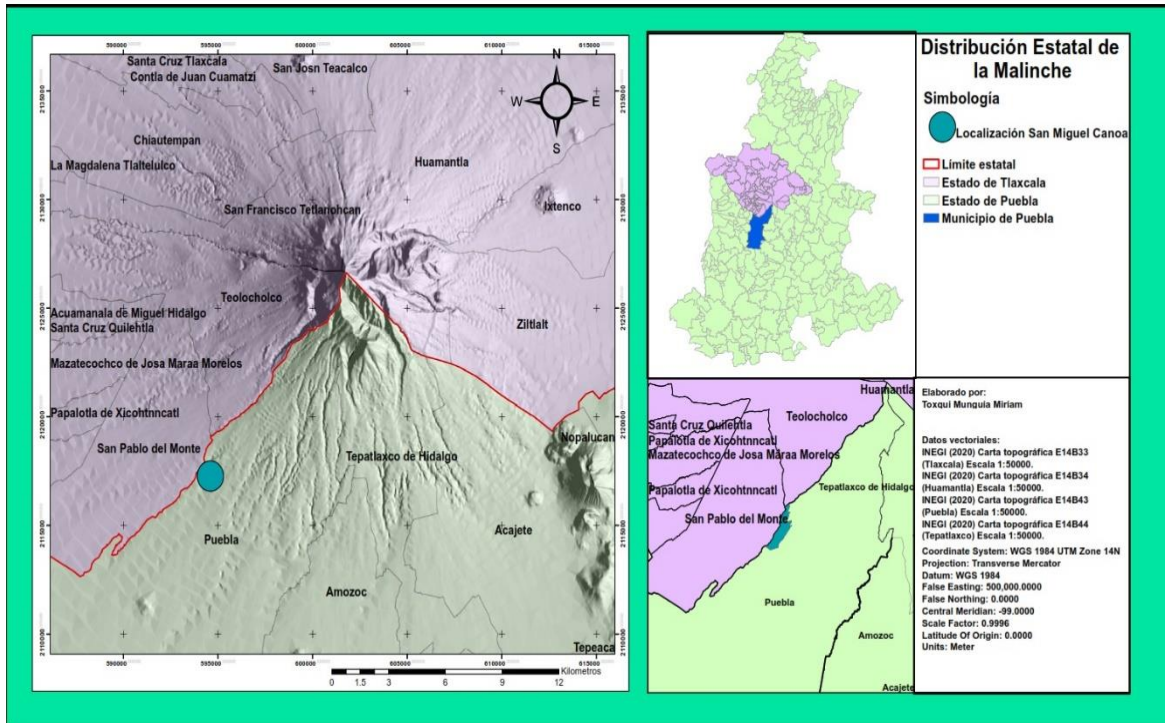


Figura. 1. Localización Parque Nacional la Malinche

7.1 Zona de estudio, comunidad de san miguel canoa, puebla

San Miguel Canoa es una junta auxiliar perteneciente al municipio de Puebla, con respecto a la población total el censo del INEGI 2020, expone un total de 15,070 habitantes, de los cuales, el 99.1% cuenta con electricidad, el 98% de los habitantes con viviendas particulares cuentan con agua entubada y el 97% cuenta con drenaje en sus viviendas.

La población de 3 años o más habla alguna lengua indígena, es decir, el 64% de la población habla una lengua indígena además del español, esto expone la importancia que tiene la comunidad ante el resguardo de su diversidad lingüística y cultural y, además, se podría inferir sobre la importancia que esta comunidad les da a sus conocimientos ancestrales. La población también tiene una tendencia a la evangelización católica, ya que cuenta con una población creyente en la religión católica del 86%.

La mayoría de la comunidad está afiliada a servicios de salud en el Instituto de Salud para el Bienestar, estando el 75% inscrita, sin embargo, como dato suelto, no se sabe con qué frecuencia asisten a estos servicios (Fig.2, Tabla 1) (INEGI, 2020).

Tabla 1. Indicadores poblacionales

Indicadores	Porcentaje Poblacional
Población afiliada a servicios de salud.	75%
Población de 3 años o más que habla una lengua indígena.	64%
Población Creyente Católica.	86%
Población Total.	15,070

(INEGI 2020)

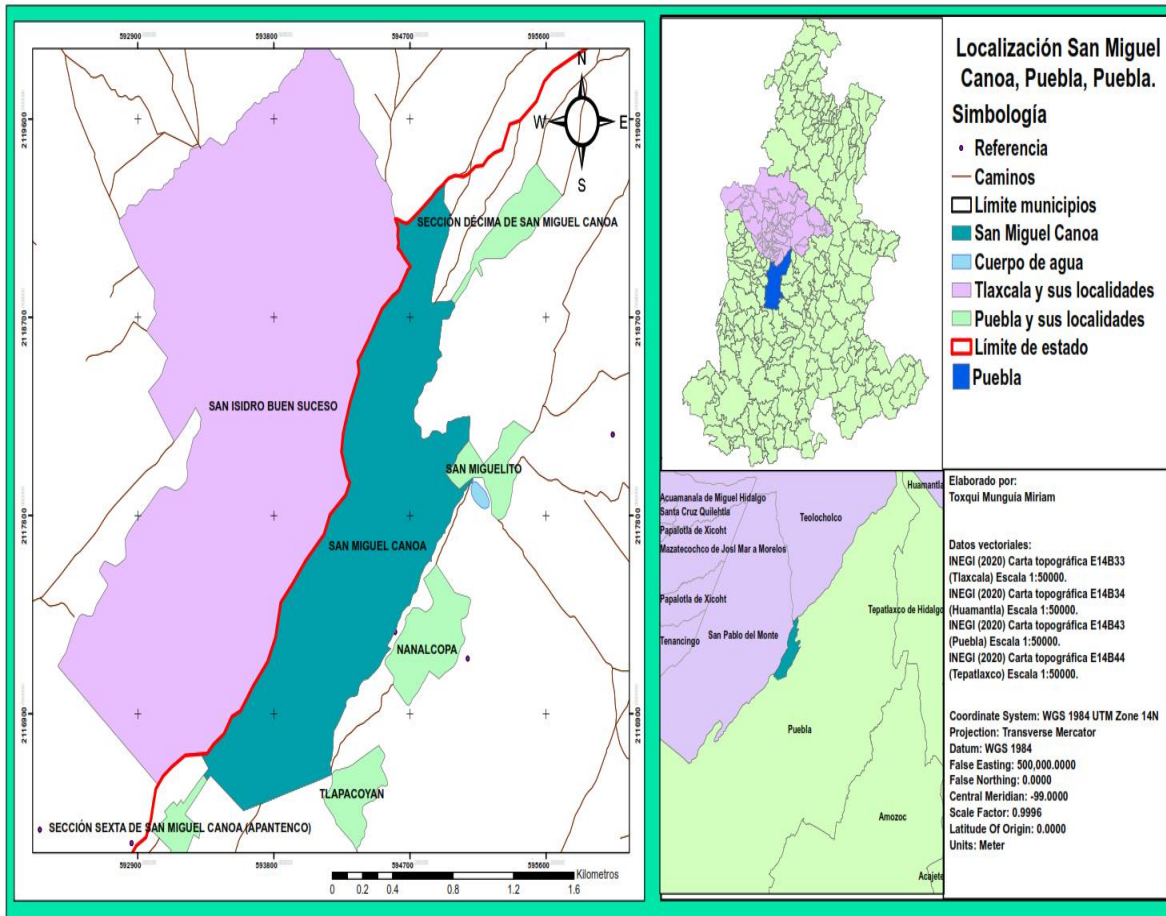


Figura. 2. Localización San Miguel Canoa, Puebla.

VIII. EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE

Los macromicetos se ven altamente expuestos al cambio climático y al estrés hídrico, estos organismos dependen mucho de las condiciones climáticas y se ven afectados por las alteraciones o la pérdida de sus hábitats e incluso de las invasiones biológicas. Hasta ahora se desconocen los efectos del cambio climático, ya que no se han realizado estudios científicos que demuestren sus posibles efectos a largo plazo. El aumento de la temperatura genera cambios fenológicos, entre los que destacan un retraso en la fructificación de setas en las épocas otoñales, adelanto de la fructificación de setas en primavera y un alargamiento de la temporada en épocas invernales, además, la baja de precipitaciones influye negativamente en la fructificación. En el caso esencial del Parque Nacional la Malinche, este se ha visto afectado primordialmente por los incendios forestales poco controlados, causados por el aumento de temperaturas, respecto a información de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2021), se da cuenta de que, durante el año 2021, se registraron un total de 275 incendios forestales, los cuales afectaron 2 mil 259 hectáreas forestales, esto, aunado a la tala excesiva y distintas plagas como el gusano descortezador, el cambio del uso del suelo por agricultura -que afecta la fertilidad del mismo-, así como actividades de ecoturismo, son algunas de las causas que están comprometiendo la presencia del reino fungí, a la par de los problemas del cambio climático mencionados, esto ha generado una preocupación por la pérdida de fructificación de macromicetos en este parque (Frías de León, *et al* 2022).

Los ecosistemas como el PNM se ven perturbados en mayor o menor frecuencia, como se ha mencionado, por factores naturales o antropogénicos, dentro de esta perturbación por factores antropogénicos se pueden distinguir dos tipos: la primera, la aguda, caracterizada, por la modificación radical de los ecosistemas y la segunda, en la cual la cubierta ecosistémica se alterada mínimamente por la extracción de recursos, sin embargo, esta se puede convertir en crónica al paso del tiempo, para distinguir de estos dos tipos de perturbación se tiene que tener en cuenta los distintos factores que se involucran, como si la zona se ve afectada por el cambio climático, cambio en el uso del suelo o incendios forestales o por medio de un índice de biodiversidad. (PAOT, 2013).

8.1. Índices de biodiversidad

Existen varios índices de biodiversidad, los cuales son herramientas estadísticas y matemáticas que, mediante un número, expresan la cantidad de organismos existentes en un ecosistema y proporcionan una idea de valor, es decir, cuantifican mediante una expresión numérica la cantidad de biodiversidad. Entre estos índices, el de mayor popularidad es el de Shannon (Magurran, 1989).

Índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo que, en la mayoría de los ecosistemas naturales, varía entre 1 y 5. Sin embargo, puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas) (Magurran, 1989).

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S – número de especies (la riqueza de especies).

p_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos, es decir, la abundancia relativa de la especie i .

n_i – número de individuos de la especie i .

N – número de todos los individuos de todas las especies.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

8.2 Protocolo de recolecta de macromicetos

En la colecta de macromicetos existen diversos criterios a seguir para poder realizar una buena extracción de estos de su hábitat (Quiñonez, 2022. Gaitán, 2006).

Materiales de recolección

Los implementos básicos para la colecta de hongos son:

1. Pala para desenterrar la base de la seta (opcional).
2. Cuchillo para cortar setas de gran tamaño o de difícil acceso.
3. Papel aluminio o papel encerado para envolverla.
4. Bolsas de papel para almacenar el material colectado.
5. Etiquetas de colectas.
6. Canasto para transportar las muestras.
7. Cámara fotográfica.
8. Lápiz y cuaderno de notas para anotaciones.

Protocolos generales

- 1.- Tomar nota sobre la vegetación que rodea al espécimen.
- 2.- Tomar fotografías de los especímenes *in situ*.
- 3.- Utilizar una cuchilla o puñal para remover el hongo. Es necesario introducir la cuchilla unos cuantos centímetros debajo de la base del hongo para no cortar el estípite y la volva (cuando este se encuentre presente).
- 4.- Remover el hongo con una porción pequeña de sustrato en su base.
- 5.- Recolectar especímenes jóvenes, es decir, en buen estado.
- 6.- Colocar los especímenes removidos sobre papel aluminio, nunca en bolsas plásticas.
- 7.- Colocar los macromicetos en una canasta adecuada.
- 8.- Georreferenciar la zona de colecta.

8.3. Marco de referencia

Entre las investigaciones más sobresalientes se encuentran:

- Viabilidad de cepas nativas de ambientes áridos de *Ganoderma* spp. bajo diferentes condiciones de conservación, este trabajo tiene como objetivo hacer pruebas con las muestras de *Ganoderma*, en las cuales su mediador fue la inoculación de semillas de trigo con micelio (Sánchez, 2020).
- Conservación de hongos patógenos y simbioses de insectos y artrópodos en Argentina, sus procedimientos fueron por medio de cultivos *in vitro*, *in vivo*. En esta investigación se tuvo como objetivo la colecta, identificación y conservación (Gutiérrez, 2017).
- Utilización de cáscara (fibra) de coco para el cultivo de setas comestibles-medicinales de interés comercial, describe prácticas tradicionales y el objetivo de este trabajo es la producción comercial de hongos comestibles, los métodos utilizados fueron la inoculación de sorgo con distintas cepas y se empleó la siembra del sustrato con las semillas; el crecimiento fue favorable (Bermúdez, 2020).
- Composición nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en Pulpa de café. Este trabajo tuvo como finalidad obtener un alimento proteico y nutritivo mediante el cultivo de setas a partir de los residuos agrícolas e industriales, siendo la pulpa de café un residuo potencial con el fin de reducir los desechos ambientales y reutilizarlos, los métodos fueron el crecimiento de micelio sobre una caja Petri mediante agar de papa dextrosa, posterior a esto se inocularon las semillas de trigo con *Pleurotus ostreatus* (Nieto, 2020).
- Evaluación de mezclas para sustrato y producción de *Pleurotus ostreatus*, se evaluó el bagazo de *Agave Salmiana* spp., el cual es un subproducto de la industria mezcalera. Esta investigación también implementa la reutilización de desechos orgánicos (Heredia, 2016).
- Mata en 2020, desarrollo pruebas con agar con papa y dextrosa (PDA) y agar con extracto de malta para el desarrollo de micelial de *Lentinula sp.* menciona, que obtuvo crecimientos

óptimos con este tipo agar, ya que el micelio lo desarrolla en semillas de trigo para realizar semillas miceliales (Mata, 2020).

- Con respecto a los estudios realizados por Gaitán en su manual práctico para el cultivo de setas utiliza agar con malta, agar – agar con papa y dextrosa, agar – agar con paja y trigo, en los cuales crecen especies como *Pleurotus sp.* *Agaricus sp.* el autor menciona resultados favorables para el crecimiento micelial (Gaitán, 2006).

IX. MATERIALES Y METODOS

9.1. Tipo de estudio

Tabla 2 Tipo de estudio.

Estudio epistemológico	Constructivista
Enfoque	Sistemas complejos
Metodología	Tipo de investigación mixta
Alcance	Descriptivo, exploratorio, explicativo.

9.2. Muestra

En los meses de julio a octubre se realizó la colecta de hongos macroscópicos en la Malinche, zona poblana. La unidad de estudio será mediante la recolección de (n) número de especímenes en temporada alta de producción, es decir, temporadas de lluvias.

X. METODOLOGÍA

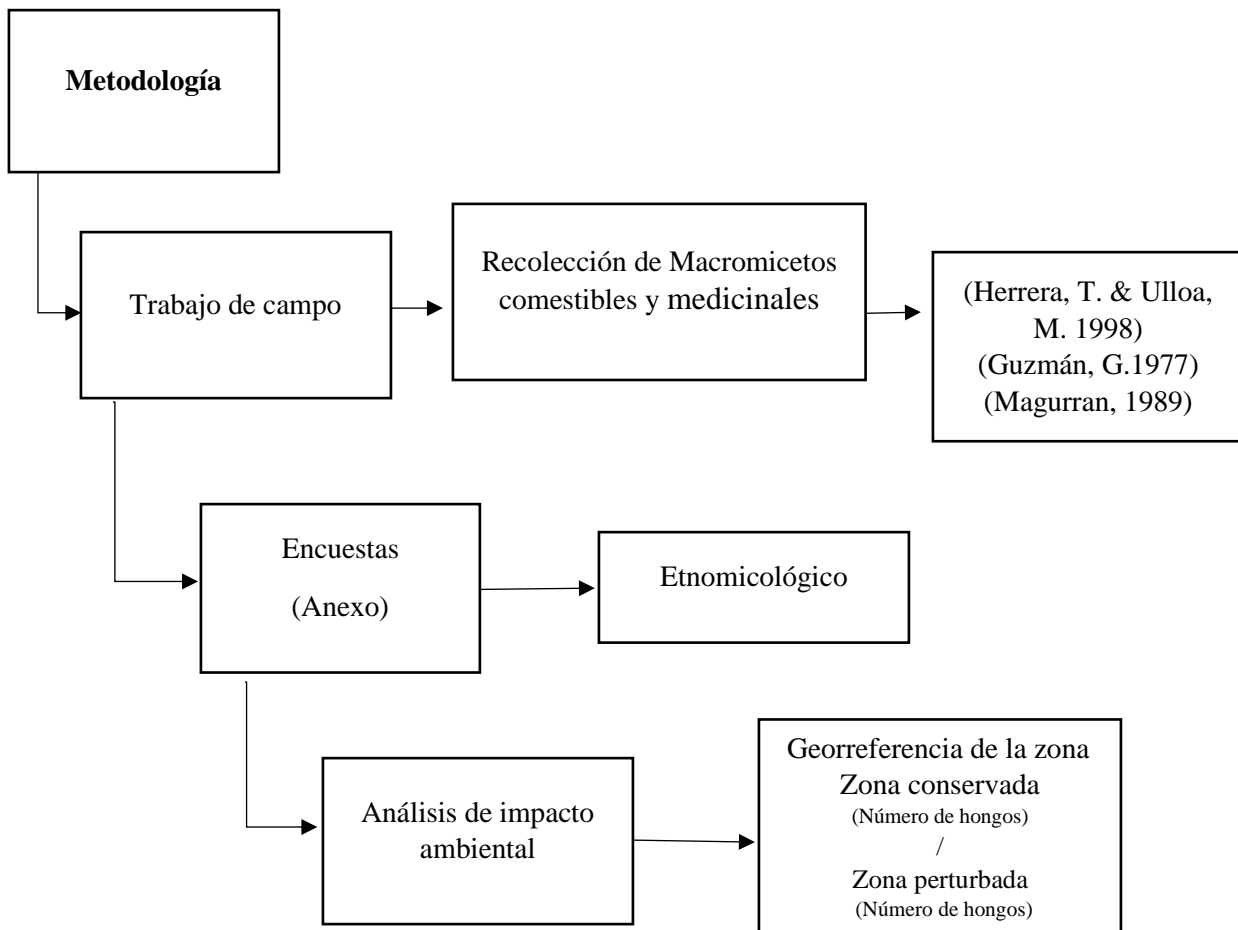


Figura. 3 Diagrama de Flujo del trabajo de campo

Trabajo de campo:

1. La colecta de hongos se llevará a cabo en los meses de lluvias (julio a octubre) y se hará la respectiva comparación conforme la colecta de una zona conservada a una perturbada, con la guía de personas de la región en estudio (hongueros) y con navajas estériles se colectarán (x) número de ejemplares, los cuales se rotularán y georreferenciarán, depositándolos en bolsas de papel estéril. Se realizarán salidas de campo con un recorrido mínimo de 10km durante los meses establecidos.
2. Índice de biodiversidad: Para determinarlo se empleará la fórmula del índice de Shannon $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ desde S hasta ni donde: S – número de especies (la riqueza de especies) p_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir, la abundancia relativa de la especie i): n_i – número de individuos de la especie i N – número de todos los individuos de todas las especies (Magurran, 1989).
3. La encuesta por realizar tiene carácter etnomicológico (importancia social, ambiental y micológica), además, se pretende obtener información con respecto al conocimiento tradicional, la encuesta se aplicará a personas que vivan en la zona de estudio.
4. El impacto ambiental se determinará de acuerdo con la FAO (2012), la cual debe georreferenciarse para determinar la abundancia (la representación de una especie en un ecosistema determinado, es decir, el número de individuos encontrados en una muestra) de la zona conservada con respecto a una perturbada y por diferencia sacar el porcentaje de impacto (Rodríguez, 2018).

Diagrama de trabajo en laboratorio

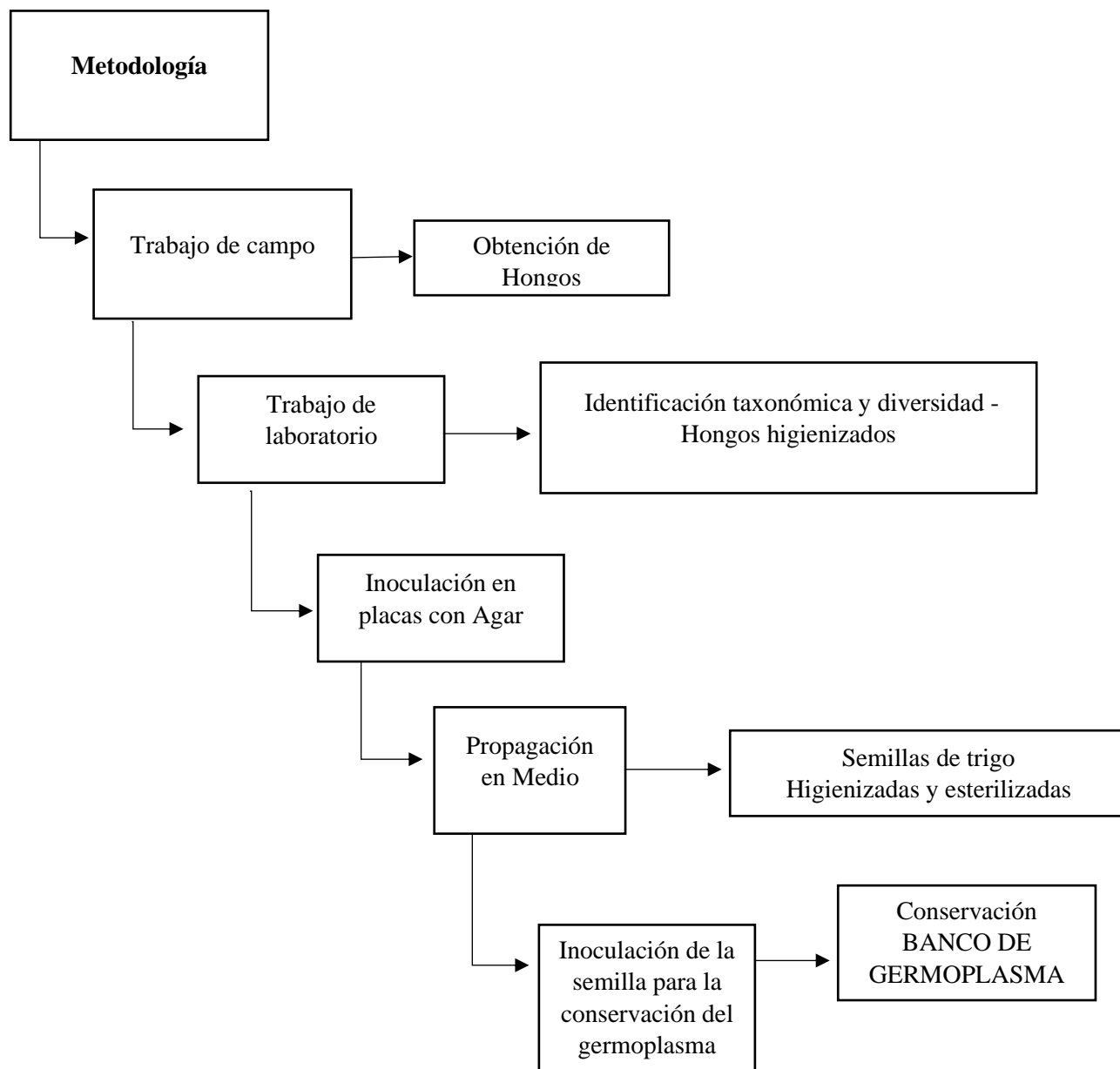


Figura. 4 Figura. Diagrama de Flujo del trabajo de laboratorio

Trabajo de laboratorio

1. Una vez identificados taxonómicamente se procede a la obtención de la fase micelial e identificación del hongo a nivel microscópico, para lo cual se sembrarán fragmentos del hongo en 9 tipos distintos de agar y por triplicado, realizando resiembras de las cepas, estas se realizan tomando una pequeña porción de la zona periférica del micelio cuando el micelio cubre cerca del 70% del medio de cultivo axénico en la caja de Petri, se debe almacenar a 4-5°C en oscuridad (refrigeración). En estas condiciones las cepas se pueden almacenar, dependiendo de la especie, por un periodo de 3 a 4 meses, después, el micelio tendrá que ser resembrado nuevamente para evitar el envejecimiento o la muerte de este.
2. De los macromicetos recolectados se tomaron fragmentos de láminas del sombrero y se les realizó tinción con azul de algodón, los cuales se observarán al microscopio (40x) para realizar la identificación fenotípica mediante claves taxonómicas.
3. Por otra parte, se preparará el sustrato con semillas (250g) de trigo higienizado (10% hipoclorito de sodio por 30 min) y esterilizado en autoclave.
4. Se inoculará el sustrato con el germoplasma obtenido en agar y se incubará por 10 días en oscuridad, hasta la obtención de gran cantidad de micelio (obtención de germoplasma), las semillas estarán en frascos de vidrio.
5. Se conservará el germoplasma en gavetas a temperatura ambiente y en refrigeración a 4-5°C.

Tabla 3. Métodos y Referencias

Determinación	Técnica	Referencia
Recolección e identificación de Macromicetos comestibles y medicinales en conjunto con el trabajo.	Corte de macromicetos en la zona de la Malinche, Puebla. Identificación de macromicetos comestibles y medicinales.	(Herrera, T. & Ulloa, M., 1998) (Guzmán, 1977).
Crecimiento de micelio.	Cultivo en placa con distintos tipos de agar.	(MacFaddin, 1985).
Inoculación de semillas de trigo con micelio (germoplasma).	Se corta el micelio y se agrega a la semilla a inocular.	(De Madrignac, 2019; Salmones, 2012).

XI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Recolecta de material biológico

Previamente a los recorridos de colecta se realizó una salida de campo experimental la cual tuvo el fin de reconocer la zona de estudio y considerar la viabilidad de la investigación, se realizó un acercamiento con los habitantes de la zona con el propósito de valorar la pertinencia que se tendrá con respecto a sus saberes tradicionales y su relación con el ecosistema de la Malinche y, primordialmente, su relación humana-hongo, esta primera salida se realizó en el mes de septiembre del 2021.

Los hongos que se estudiaron fueron recolectados en temporadas de lluvia de los meses de julio a octubre del año 2022; los hongueros recolectan hongos en los meses de julio a agosto, ya que es la temporada de mayor fructificación en el Parque Nacional la Malinche, ubicado en los estados de Puebla y Tlaxcala, fueron tres zonas de colecta: una zona se ubica en el estado de Puebla, mientras que dos zonas se encuentran en el estado de Tlaxcala.

Se realizaron distintas salidas de campo con el fin de realizar colectas de hongos silvestres, comestibles y medicinales, los recorridos se realizaron con hongueros, quienes mencionaron *in situ* el nombre común y el nombre en náhuatl; se identificaron 30 géneros y 19 familias de macromicetos (*Agaricaceae*, *Amanitaceae*, *Boletacea*, *Coprinaceae*, *Cortinariaceae*, *Dacrymycetaceae*, *Entolomataceae*, *Geastraceae*, *Gomphaceae*, *Helvellaceae*, *Hypomyces*, *Marasmiaceae*, *Morchellaceae*, *Mycenaceae*, *Pleurotaceae*, *Polyporaceae*, *Ramariaceae*, *Russulaceae*, *Tricholomataceae*) en las tres zonas de muestreo, de las cuales 30 géneros tienen uso comestible por la comunidad, mientras que dos solo se utilizan de manera medicinal en este lugar, sin embargo, es bien sabido que muchas especies tienen un efecto medicinal, por lo anterior, los 30 géneros se consideran medicinales y comestibles.

La identificación se realizó *in situ*, en laboratorio y con la ayuda de los hongueros, se hizo la revisión exacta de los especímenes recolectados y se identificaron mediante taxonomía, como se menciona anteriormente (Quiñonez, 2022).

11.2. Zonas de muestreo

El domingo 17 de junio del 2022 en la zona de Puebla el punto de inicio de la ruta tiene como coordenada 598071.58 E 2119391.93 N, Zona14 Q a 3,000 m.s.n.m., se realizó el primer recorrido de colecta de hongos, se recorrieron a pie 6 km en 7 horas -siendo la ruta 1, como se indica en la figura 6-, justo por las zonas donde los hongueros llegan a encontrar las especies que les interesan: las comestibles.

El recorrido fue a través de zonas escasamente arbóreas y donde predominaban más áreas arbustivas. En el recorrido se lograron coleccionar 8 géneros diferentes de hongos como se muestra en la tabla 3 y en la figura 5 se muestra el porcentaje de los macromicetos comestibles, tóxicos y medicinales, los hongos fueron recolectados, cortados con una navaja plana y puestos en una canasta de mimbre, esto para que lograran ir dispersando sus esporas, el recorrido se realizó en más de una ocasión (Romano, 2020).

El segundo recorrido se llevó a cabo en la fecha del 31 de julio, en la ruta 2-3 como se indica en la figura 6, en esta ocasión, de igual manera, se recorrieron 6 km en 7 horas, la ubicación del inicio de la ruta es 596320.27 m E, 2125555.43 m N zona 14 Q que se ubica en el estado de Tlaxcala, a 3,100 m.s.n.m. se lograron identificar 29 géneros diferentes de hongos, esta zona cuenta con gran vegetación; los hongueros ya tiene el conocimiento de dónde ir buscando dichos hongos, en la tabla 4 y se muestran las especies recolectadas con su nombre común, científico y en náhuatl, (etnotaxonomía) este recorrido se realizó en más de una ocasión, en la figura 6 se muestra el porcentaje de los macromicetos comestibles, tóxicos y medicinales.

El tercer recorrido se llevó a cabo el 13 de agosto de 2022, en la zona de Tlaxcala, como punto de inicio se tiene la coordenada 599257.19 m E 2126923.62 m N Zona 14 Q, a 3,600 m.s.n.m., se recorrieron 12 km en 13 horas (como se indica en la figura 6), esta distancia es lo que recorre en promedio un honguero en un día normal para poder tener cantidades suficientes de hongos, en este recorrido, de igual manera, se recolectaron diferentes especies de hongos con las indicaciones pertinentes, esta zona era completamente bosque mesófilo de montaña y se encontraba conservado. Se identificaron 30 géneros diferentes en la figura 7 se muestra el porcentaje de los macromicetos comestibles, tóxicos y medicinales. (Tabla, 5)

De los 3 recorridos se realizó un mapa en el programa Qgis marcando las zonas recorridas y los puntos de recolección, también se tomaron fotografías *in situ* y en laboratorio, esta información se encuentra señalada en las tablas 6, los recorridos se realizaron en más de una ocasión.

Tabla 4. Hongos recolectados en ruta 1, Puebla. Georreferencia, en el año 2022.

<i>Nombre Científico</i>	Coordenadas (Ruta 1) E	Coordenadas (Ruta 1) N	ZONA	Comestible /Tóxico / Medicinal
<i>Agaricus arvensis</i>	598102.76 E	2119428.59N	ZONA 14 Q PUEBLA	C
<i>Agaricus bisporus</i>	598071.58 E	2119391.93 N	ZONA 14 Q PUEBLA	C
<i>Agaricus campestris</i>	598109.16 E	2119392.76N	ZONA 14 Q PUEBLA	C
<i>Amanita amarilla</i>	598189.00 E	2119191.98 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T
<i>Amanita muscaria</i>	598189.00 E	2119191.98 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T
<i>Cortinarius cinnamomeus</i>	598189.00 E	2119191.98 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T
<i>Cortinarius sanguineus</i>	598189.00 E	2119191.98 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T
<i>Entoloma clypeatum</i>	598209.29 E	2119224.58 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T
<i>Infundibucybe gibba</i>	598209.29 E	2119224.58 N	ZONA 14 Q PUEBLA	C
<i>Lactarius camphoratus</i>	598209.29 E	2119224.58 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T
<i>Lactarius deliciosus</i>	598189.00 E	2119191.98 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T
<i>Lactarius quietus</i>	598189.00 E	2119191.98 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T

<i>Pleurotus ostreatus</i>	598189.00 E	2119191.98 N	ZONA 14 Q PUEBLA	C
<i>Ramaria formosa</i>	598209.29 E	2119224.58 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T
<i>Ramaria stricta</i>	598189.00 E	2119191.98 N	ZONA 14 Q PUEBLA	T

(Elaboración propia)

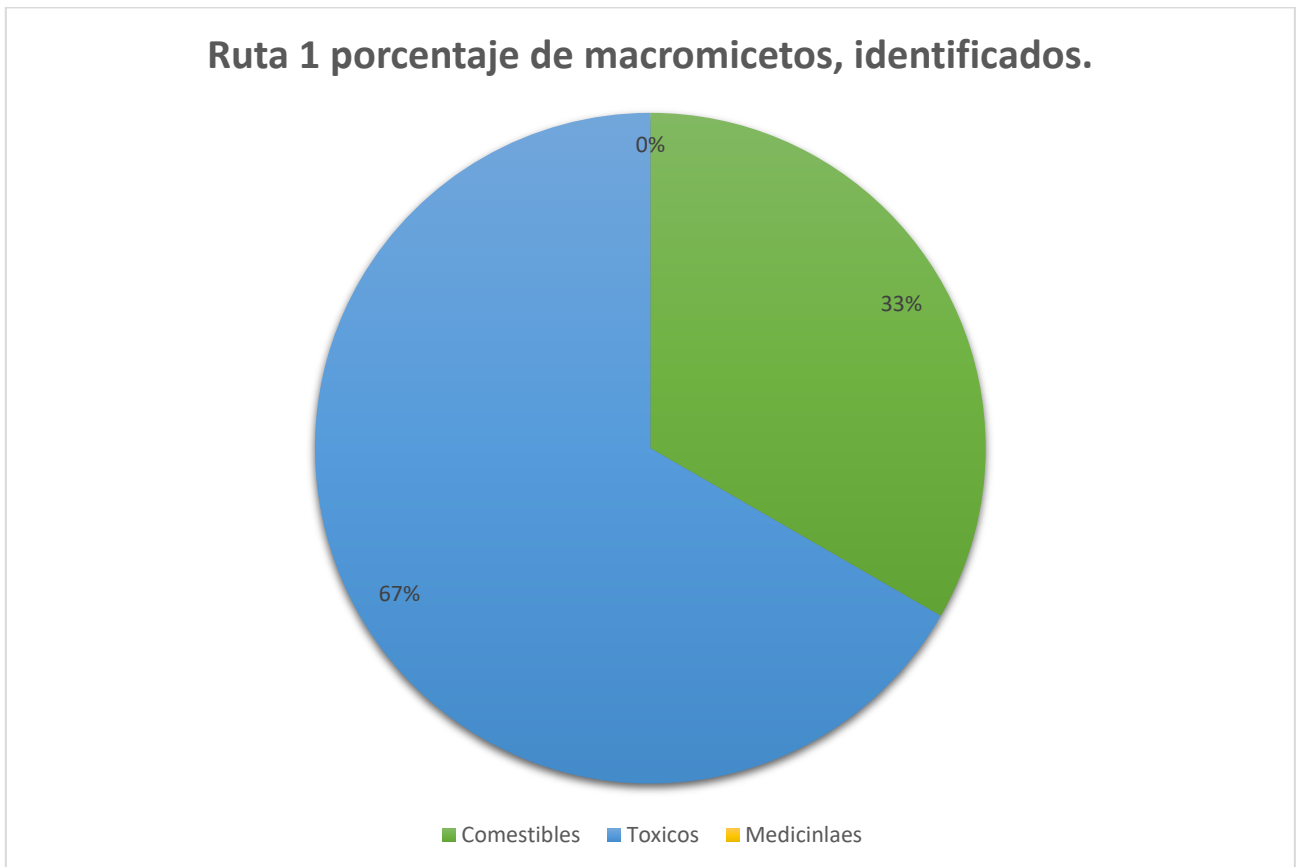


Figura. 5 Ruta 1 porcentaje de macromicetos, identificados.

En la ruta 1 existe un mayor número de macromicetos tóxicos, mientras que comestibles, es un menor número, en cuanto medicinales no se encontraron.

Tabla 5 Hongos recolectados en ruta 2, Tlaxcala. Georreferencia, en el año 2022.

<i>Nombre Científico</i>	<i>Coordenadas (Ruta 2) E</i>	<i>Coordenadas (Ruta 2) N</i>	<i>ZONA</i>	<i>Comestible Tóxico – Medicinal</i>
<i>Agaricus arvensis</i>	594829.29 m E	2125105.81 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Agaricus bisporus</i>	594944.11 m E	2125183.91 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Agaricus campestris</i>	594494.96 m E	2124953.57 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Amanita amarilla</i>	594494.96 m E	2124953.57 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Amanita sp.</i>	594901.24 m E	2125226.88 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Amanita muscaria</i>	594901.24 m E	2125226.88 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Amanita phalloides</i>	594901.24 m E	2125226.88 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Amanita purpúrea</i>	594901.24 m E	2125226.88 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Amanita tusa</i>	594824.85 m E	2125112.17 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Bolbitius vitellinus</i>	594824.85 m E	2125112.17 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Boletus cavipes</i>	594824.85 m E	2125112.17 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Boletus edulis</i>	594901.24 m E	2125226.88 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Boletus granulatus</i>	594194.59 m E	2124699.55 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Calvatia cyanthiformis</i>	594902.25 m E	2125228.92 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Chroogomphus rutilus</i>	594902.25 m E	2125228.92 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Clitocybe gibba</i>	594902.26 m E	2125225.91 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Collybia butirácea</i>	594902.26 m E	2125225.91 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Collybia fusipes</i>	594902.26 m E	2125225.91 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Collybia maculata</i>	594902.26 m E	2125225.91 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Coprinus disseminatus</i>	594902.26 m E	2125225.91 m N	14 Q TLAXCALA	T

<i>Cortinarius hesleru</i>	594877.12 m E	2125275.70 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Cortinarius cinnamomeus</i>	594877.12 m E	2125275.70 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Cortinarius sanguineus</i>	594877.12 m E	2125275.70 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Entoloma clypeatum</i>	594877.12 m E	2125275.70 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Ganoderma sp.</i>	594877.12 m E	2125275.70 m N	14 Q TLAXCALA	M
<i>Geastrum sp.</i>	594876.99 m E	2125274.61 m N	14 Q TLAXCALA	M
<i>Guepiniopsis alpina</i>	594875.32 m E	2125276.25 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Helvella crispa</i>	594943.26 m E	2125332.77 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Helvella lacunosa</i>	594955.28 m E	2125346.91 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Hypomyces de cochi</i>	X	X	14 Q TLAXCALA	C
<i>Infundibucybe gibba</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Inocybe fastigiata</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Inocybe geophylla</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Inocybe geophylla</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lactarius camphoratus</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lactarius deliciosus</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lactarius quietus</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lentinus tigrinus</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lepiota felina</i>	596129.29 m E	2125532.04 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Letinula sp.</i>	595027.40 m E	2125325.01 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Micena galopus</i>	595027.40 m E	2125325.01 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Micena inclinata</i>	595129.01 m E	2125306.16 m N	14 Q TLAXCALA	T

<i>Morchela rufobrunnea</i>	595129.01 m E	2125306.16 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Mycena seynii</i>	595119.75 m E	2125310.56 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Pleurotus ostreatus</i>	595119.75 m E	2125310.56 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	595250.07 m E	2125409.16 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	595461.46 m E	2125431.71 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Ramaria flava (amarilla)</i>	595547.12 m E	2125569.87 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Ramaria flava (naranja)</i>	596017.71 m E	2125538.39 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Ramaria flava (rosa)</i>	595529.25 m E	2125591.15 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Ramaria Formosa</i>	595529.25 m E	2125591.15 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Ramaria stricta</i>	595876.33 m E	2125614.76 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Russula brevipes</i>	595876.33 m E	2125614.76 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Russula cyanoxantha</i>	595876.33 m E	2125614.76 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Russula cyanoxantha</i>	X	X	14 Q TLAXCALA	C
<i>Russula Mexicana</i>	X	X	14 Q TLAXCALA	C
<i>Russula pegtinatoide</i>	596320.27 m E	2125555.43 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Suillus previpes</i>	596320.27 m E	2125555.43 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Suillus previpes</i>	596233.81 m E	2125609.74 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Turbenillus floccosus</i>	596233.81 m E	2125609.74 m N	14 Q TLAXCALA	C

La X en la tabla indica que esa especie no fue encontrada en esta zona de estudio.
(Elaboración propia).

Ruta 2 porcentaje de macromicetos, identificados.

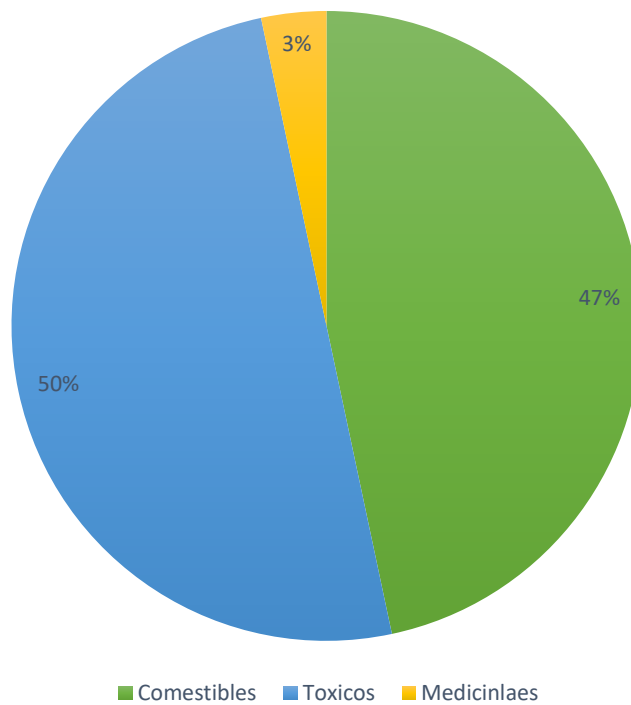


Figura. 6 Ruta 2 porcentaje de macromicetos, identificados.

En la ruta 2 existe un 50% de macromicetos tóxicos, mientras que comestibles un 47% y medicinales solo un 3%.

Tabla 6. Hongos recolectados en Ruta 3, Tlaxcala. Georreferencia, en el año 2022.

<i>Nombre Científico</i>	<i>Coordenadas (Ruta 3) E</i>	<i>Coordenadas (Ruta 3) N</i>	<i>ZONA</i>	<i>Comestible Tóxico Medicinal</i>
<i>Agaricus arvensis</i>	X	X	X	C
<i>Agaricus bisporus</i>	X	X	X	C
<i>Agaricus campestris</i>	X	X	X	C
<i>Amanita amarilla</i>	594293.15 m E	2127077.47 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Amanita sp.</i>	594293.15 m E	2127077.47 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Amanita muscaria</i>	594293.15 m E	2127077.47 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Amanita phalloides</i>	594293.15 m E	2127077.47 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Amanita purpúrea</i>	594293.15 m E	2127077.47 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Amanita tusa</i>	594276.97 m E	2127083.76 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Bolbitius vitellinus</i>	594276.97 m E	2127083.76 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Boletus cavipes</i>	594276.97 m E	2127083.76 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Boletus edulis</i>	594293.15 m E	2127077.47 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Boletus granulatus</i>	594276.97 m E	2127083.76 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Calvatia cyanthiformis</i>	594371.72 m E	2127006.44 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Chroogomphus rutilus</i>	594371.72 m E	2127006.44 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Clitocybe gibba</i>	594371.72 m E	2127006.44 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Collybia butirácea</i>	594371.72 m E	2127006.44 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Collybia fusipes</i>	594371.72 m E	2127006.44 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Collybia maculata</i>	594371.72 m E	2127006.44 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Coprinus disseminatus</i>	594371.72 m E	2127006.44 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Cortinarius hesleru</i>	594285.23 m E	2126098.47 m N	14 Q TLAXCALA	C

<i>Cortinarius cinnamomeus</i>	594285.23 m E	2126098.47 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Cortinarius sanguineus</i>	594285.23 m E	2126098.47 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Entoloma clypeatum</i>	594285.23 m E	2126098.47 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Ganoderma sp.</i>	594285.23 m E	2126098.47 m N	14 Q TLAXCALA	M
<i>Geastrum sp.</i>	X	X	X	M
<i>Guepiniopsis alpina</i>	594650.70 m E	2126780.88 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Helvella crispa</i>	595374.55 m E	2127079.40 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Helvella lacunosa</i>	595374.55 m E	2127079.40 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Hypomyces de cochi</i>	594650.70 m E	2126780.88 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Infundibucybe gibba</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Inocybe fastigiata</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Inocybe geophylla</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Inocybe geophylla</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lactarius camphoratus</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lactarius deliciosus</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lactarius quietus</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lentinus tigrinus</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Lepiota felina</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Letinula sp.</i>	594465.87 m E	2127172.21 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Micena galopus</i>	594465.87 m E	2127172.21 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Micena inclinata</i>	594465.87 m E	2127172.21 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Morchela rufobrunnea</i>	594465.87 m E	2127172.21 m N	14 Q TLAXCALA	C

<i>Mycena seynii</i>	594465.87 m E	2127172.21 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Pleurotus ostreatus</i>	X	X	X	C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	X	X	X	C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	594991.24 m E	2127048.15 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Ramaria flava</i> (amarilla)	594991.24 m E	2127048.15 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Ramaria flava</i> (naranja)	598289.51 m E	2126755.45 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Ramaria flava</i> (rosa)	596452.19 m E	2126746.57 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Ramaria Formosa</i>	596452.19 m E	2126746.57 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Ramaria stricta</i>	596452.19 m E	2126746.57 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Russula brevipes</i>	597625.46 m E	2126847.95 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Russula cyanoxantha</i>	597625.46 m E	2126847.95 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Russula cyanoxantha</i>	597625.46 m E	2126847.95 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Russula mexicana</i>	598289.51 m E	2126755.45 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Russula pegtinatoide</i>	598289.51 m E	2126755.45 m N	14 Q TLAXCALA	T
<i>Suillus previpes</i>	598980.21 m E	2126898.82 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Suillus previpes</i>	599257.19 m E	2126923.62 m N	14 Q TLAXCALA	C
<i>Turbenillus floccosus</i>	599257.19 m E	2126923.62 m N	14 Q TLAXCALA	C

La X en la tabla indica que esa especie no fue encontrada en esta zona de estudio.
(Elaboración propia).

Ruta 3 porcentaje de macromicetos, identificados.

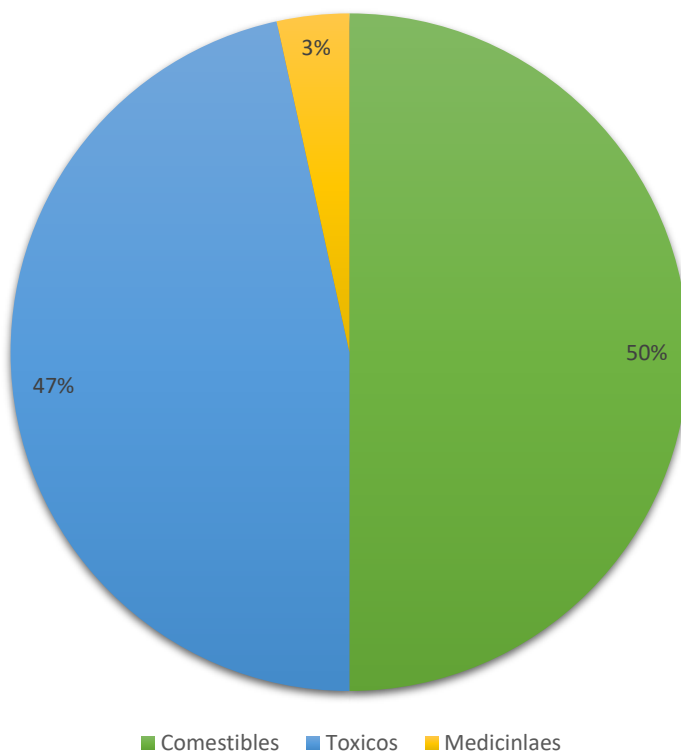


Figura. 7 Ruta 3 porcentaje de macromicetos, identificados.

En la ruta 23 existe un 50% de macromicetos comestibles, mientras que tóxicos un 47% y medicinales solo un 3%, lo que la hace la mejor ruta, para recolectar hongos, comestibles.

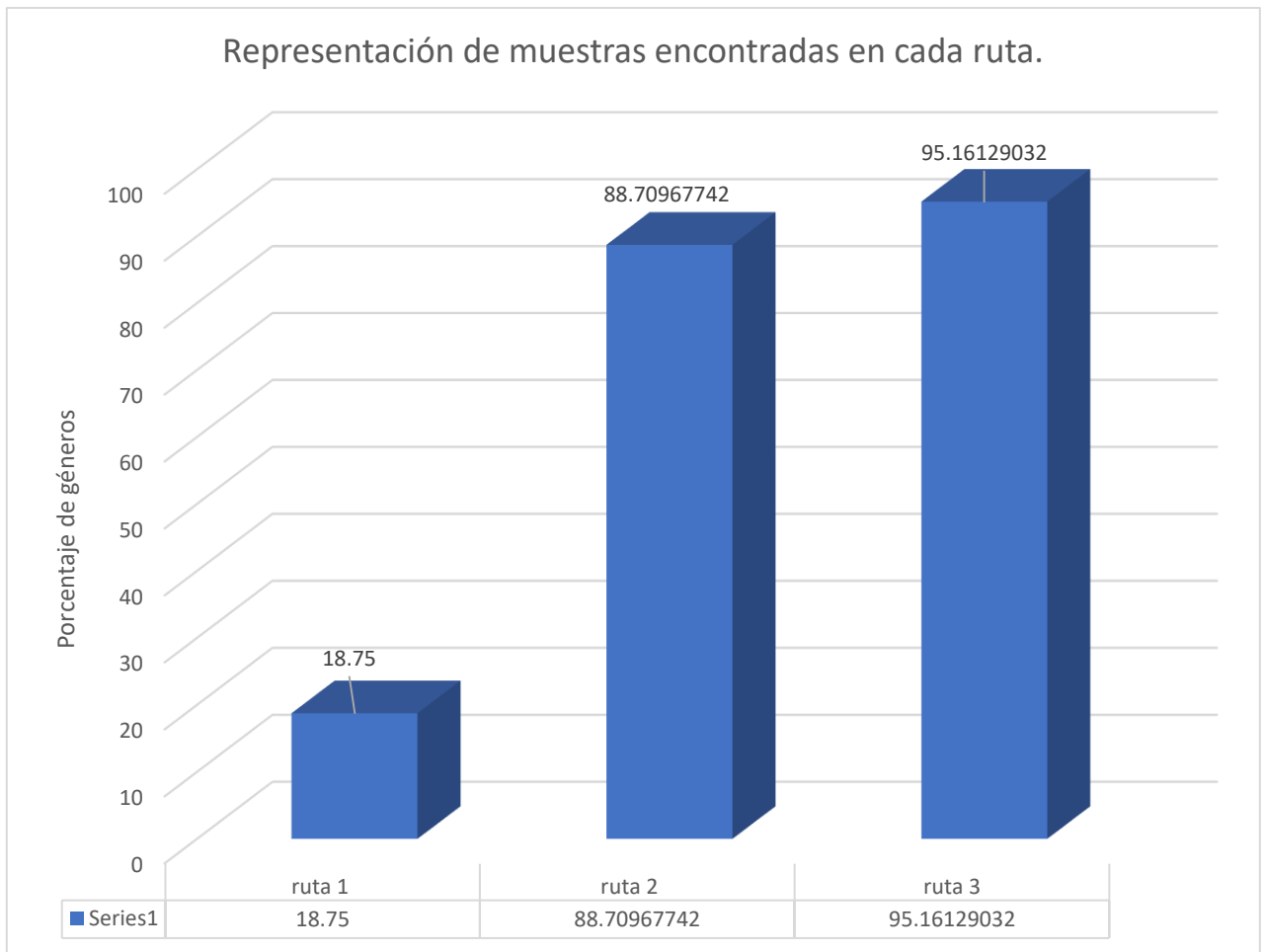

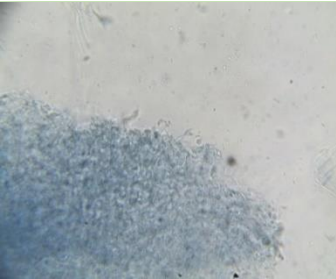


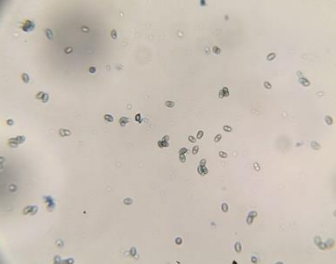


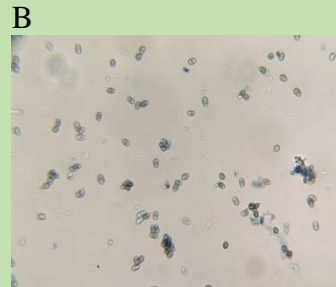
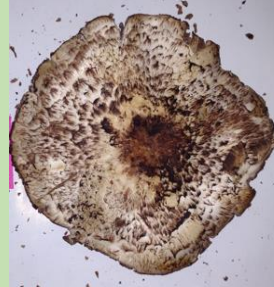




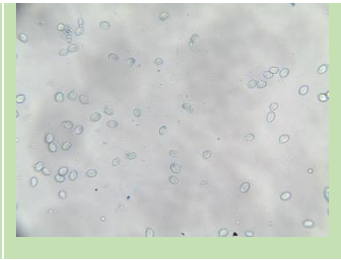


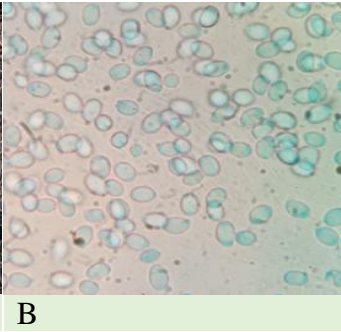
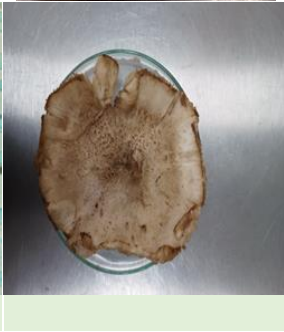

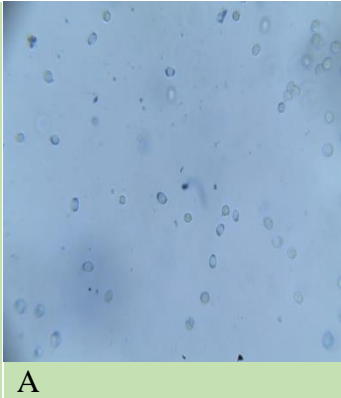


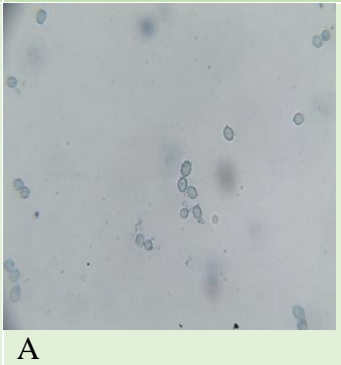




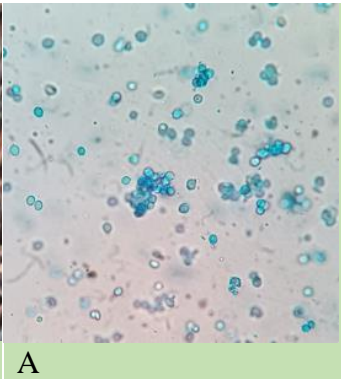
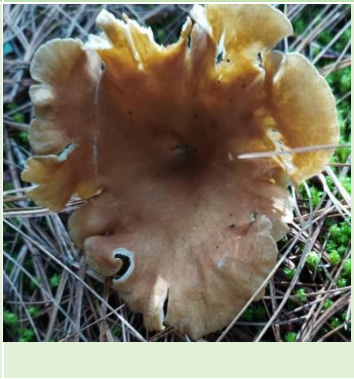
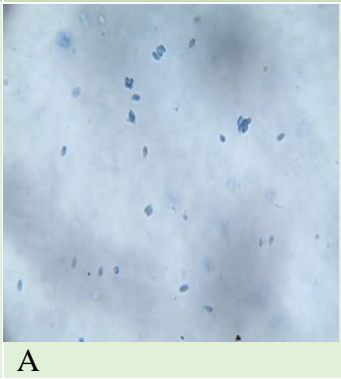

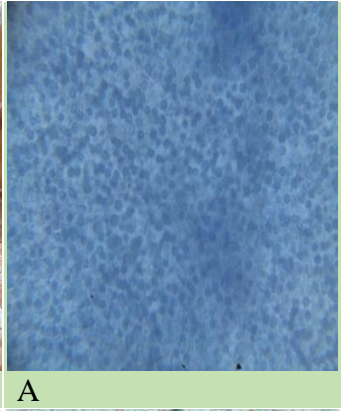


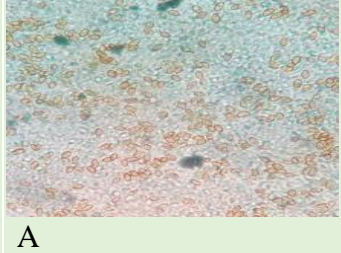
Figura. 8. Representación de muestras encontradas en cada ruta.

*Proporción con respecto a los macromicetos encontrados por ruta de recolecta en el año 2022.
(Elaboración propia).*


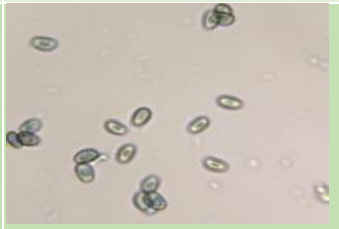

Tabla 7. Material fotográfico de especímenes recolectados en fresco en el 2022.


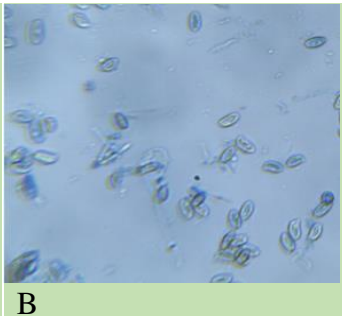
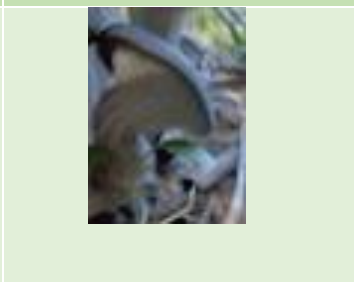
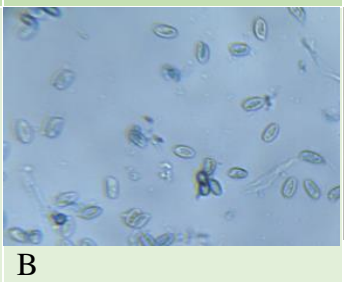


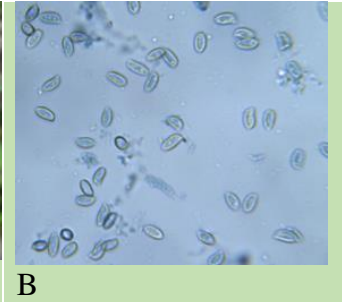


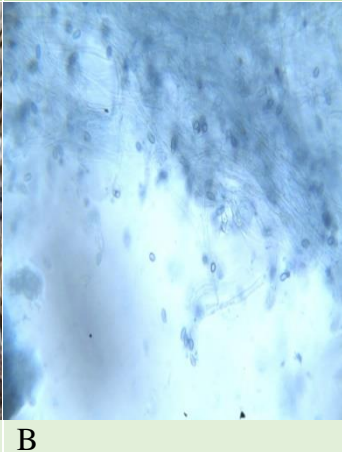

Nombre Científico	Nombre Común	Fotografía <i>in situ</i>	Fotografía de Esporas	Hongos en laboratorio
<i>Agaricus</i> sp.	Blanco pequeño		 A	
<i>Agaricus</i> sp.	Hongo llanero		 A	
<i>Agaricus</i> sp.	Champiñón / Portobello		 B	
<i>Amanita</i> sp.	Flor de calabaza		 A	


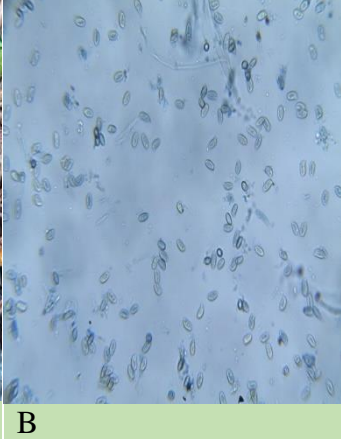


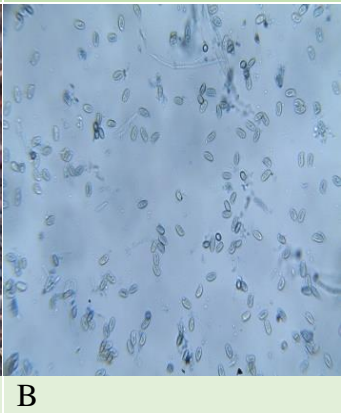


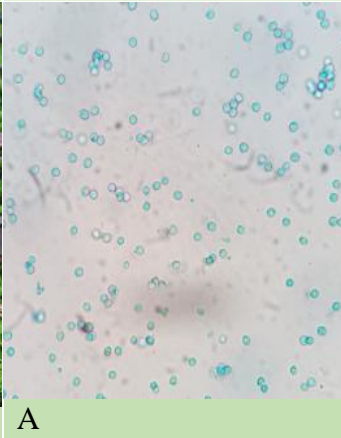

<i>Amanita muscaria</i>	Mata moscas			
<i>Amanita tusa</i>	Berbecho			
<i>Boletus sp.</i>	Pante			
<i>Boletus sp.</i>	Mantecada			


<i>Calvatia</i> sp.	Pedo de burro/ Huevios		 A	
<i>Clitocybe gibba</i>	Esquilo		 A	
<i>Cortinarius hesleri</i>	Tecoso		 A	
<i>Ganoderma</i> sp.	/		 A	


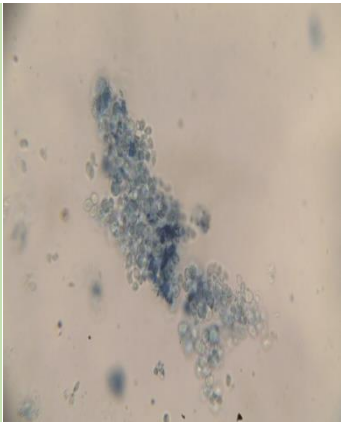


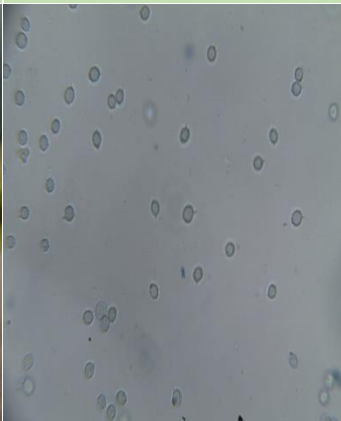


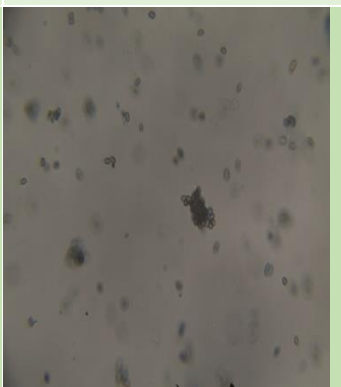

<i>Geastrum</i> sp.	Estrella de tierra		 A	
<i>Guepiniopsis alpina</i>	Lengua de gato		NO RECUPERADO	
<i>Helvella crispa</i> (Blanca)	Orejas de conejo		NO RECUPERADO	
<i>Helvella lacunosa</i>	Orejas de conejo		NO RECUPERADO	

<i>Hypomyces lactifluorum</i>	Pata de buey			
<i>Infundibucybe gibba</i>	Brindis			
<i>Letinula sp.</i>	Shiitake			
<i>Morchella rufobrunnea</i>	Elotito		NO RECUPERADO	

<i>Pleurotus ostreatus</i>	Seta Amarilla			
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Seta gris			
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Seta blanca			
<i>Ramaria flava (rosa)</i>	Coral			

<p><i>Ramaria flava naranja</i></p>	<p>Coral</p>			
<p><i>Ramaria flava (amarilla)</i></p>	<p>Coral</p>			
<p><i>Russula brevipes</i></p>	<p>Trompa cochino</p>			

<i>Russula cyanoxantha</i>	Morado			
<i>Russula mexicana</i>	Rojo			
<i>Suillus Previpes</i>	Poposo			

<i>Suillus Previpes</i>	Poposo			
<i>Suillus granulatus</i>	Poposo			
<i>Turbenillus floccosus</i>	Trompeta			

La observación de esporas se hizo a 40X teñidas con azul de algodón (Furgi, 2007), morfología de las esporas observadas al microscopio A) Globosa circular B) Elipsoide (elaboración propia).

Con estas tablas se estaría realizando parte del objetivo general y el primer objetivo particular sobre la identificación de la diversidad ecológica de macromicetos con uso comestible y medicinal en el PNM y, específicamente, utilizados por la comunidad de San Miguel Canoa, los nombres comunes nos ayudan a saber cuáles son las especies que utilizan de manera habitual, así como las imágenes y las esporas nos ayudan a identificarlos. Como se ha mencionado, en la figura 6 se muestran las rutas de muestreo, fueron tres rutas en donde la ruta 1 fue de 6 km de recorrido a 3,000 m s.n.m., la cual se muestra en rojo; la ruta 2 de 6 km de recorrido a 3,100 m s. n. m., se muestran en azul y amarillo; la ruta 3 fue de 12 km de recorrido total a 3,600 m s. n. m. en color verde; los puntos amarillos indican los sitios de muestra, es decir, los macromicetos frescos recolectados. La figura 5 nos muestra una representación de las especies encontradas en las tres zonas, visualizando que en la zona poblana es donde se encontraron un menor número de especies, ya que se encuentra deforestado y degradado en comparación a las zonas de Tlaxcala (Villarruel, 2021).

Este tipo de estudio es realizado en distintas zonas del país como en Chihuahua en donde de igual manera analizan la diversidad de macromicetos en bosques de pino, realizan la identificación de especie, familia y género, y tienen distintas rutas de colecta, además, analizan el nivel de importancia de los hongos para las comunidades (Flores, 2018).

De igual manera en Durango un trabajo realizado por García en el cual desarrolla índices de biodiversidad enfocados en hongos, teniendo en cuenta sus rutas de muestreo, georreferencia, protocolos de colecta y el conteo eficaz de las especies, identificaron a los hongos por género y especies, (figura 6) si eran comestibles y si además eran utilizados en las localidades cercanas, existen infinidad de estudios contemporáneos que realizan todas las metodologías que se realizaron en esta investigación y se corroboran como eficaces para realizar este tipo de estudios (García, 2019),

En el PNM en la zona de SMC se han realizado estudios que abarcan áreas reducidas, en este trabajo se lograron abarcar diferentes rutas, con diferentes características, que son rutas que comúnmente recorren los hongueros de San Miguel Canoa, durante los recorridos como ya se ha mencionado se observó que en zonas perturbadas (Puebla) se encontraron en menor número géneros de macromicetos en comparación con una zona mayormente conservada, esto quiere decir que los hongueros deciden ir a zonas más lejanas de la zona urbana de SMC.

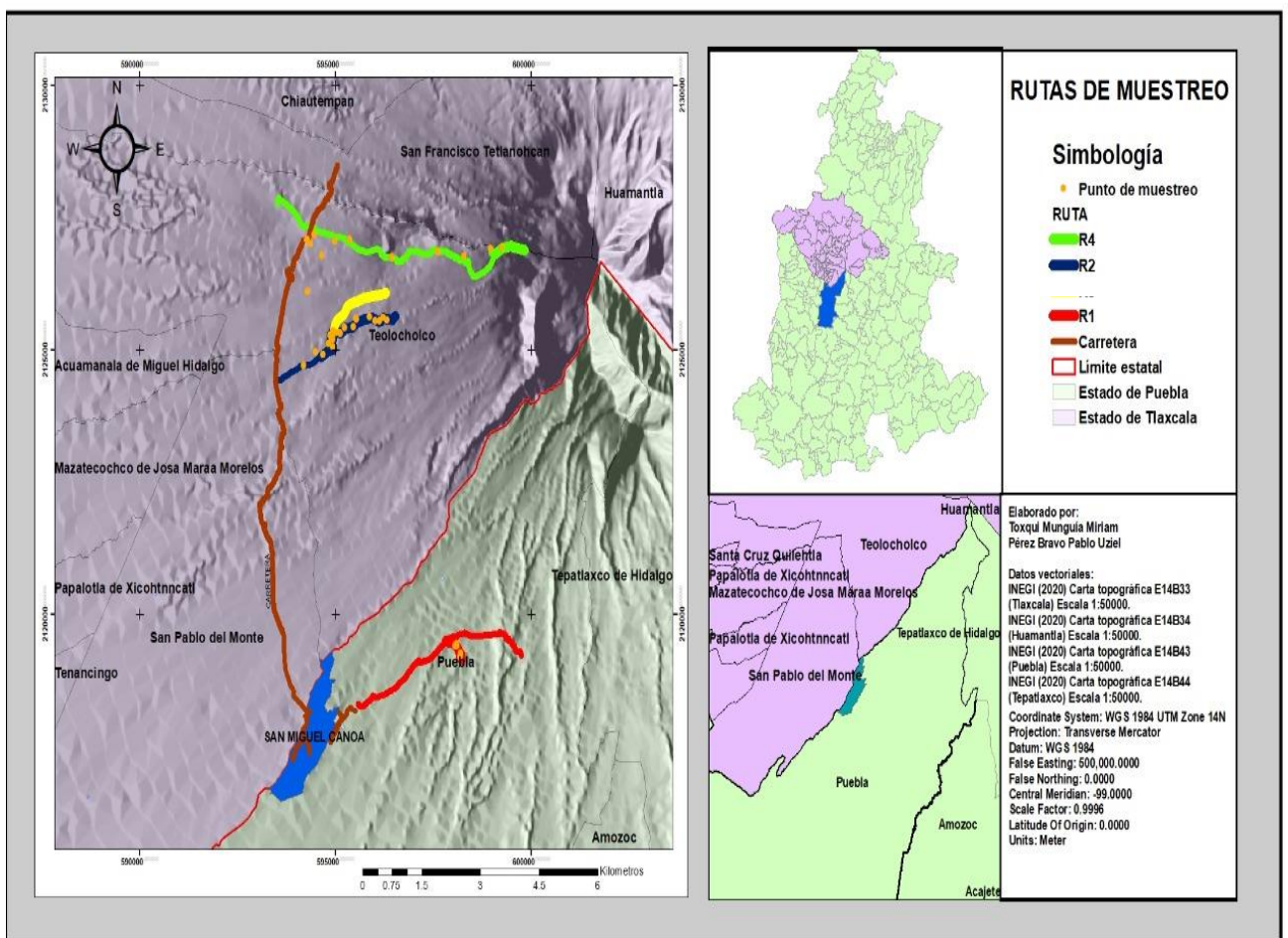


Figura. 9 Rutas de Muestreo

Ruta 1 – 2 – 3 (Elaboración propia).



Figura. 10. Fotos de hongos colectados en el PNM en el año 2022.

Fotos de ejemplares de seis especies de los hongos colectados que fueron identificados: A. Turbenillus floccosus; B. Amanita sp.; C. Russula brevipes; D. Suillus previpes; E. Agaricus campestris; F. Amanita muscaria (Elaboracion propia).

XII. ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD CON RESPECTO A ZONAS CONSERVADAS Y PERTURBADAS DEL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE

12.1. Biodiversidad

En el último siglo, se han desarrollado alternativas para la conservación de biodiversidad, eso se debe a que, en gran medida, la globalización ha contribuido en poner en peligro de extinción muchas especies e incluso su extinción.

La biodiversidad se refiere a la variación o variedad de organismo vivos de los sistemas de los que forman parte. Para la OEA (2004) (Organización de los Estados Americanos), el continente americano presenta una gran riqueza de biodiversidad, ya que posee los países más diversos, los cuales tienen que desempeñar la protección de esta y de sus hábitats, los países más ricos en biodiversidad son: India, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, México, Madagascar, Zaire, Australia y China, entre estos 10 países mencionados, el cincuenta y sesenta por ciento de las especies se localizan en América Latina.

Ortega y Escaso, en 2012, mencionan que el término biodiversidad es un concepto que se popularizó entre 1980 y hasta nuestro siglo sigue vigente tomando una gran fuerza, sin embargo, comentan que es importante mencionar la biodiversidad a la cual nos referimos, en este estudio analizaremos la biodiversidad de macromicetos en el PNM.

12.2 Medidas de biodiversidad

La diversidad es un concepto ecológico clave en el estudio y gestión de los ecosistemas naturales y se puede medir en distintas expresiones de cálculo, a partir del número de diferentes especies y su frecuencia de aparición por zona de estudio o del ecosistema seleccionado.

- Índice de Margalef: permite estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existente en la muestra analizada en un rango de 1 a 5, considerando 1 como un valor inferior en biodiversidad y 5 como alto.

- Índice de Simpson: este índice nos indicará la abundancia proporcional de la especie y el número total de individuos de la muestra, se puede realizar en distintos años con la finalidad de compararlos entre sí.
- Índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener: este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo que, en la mayoría de los ecosistemas naturales, varía entre 1 y 5, aunque puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas) (Magurran, 1989).

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S – número de especies (la riqueza de especies).

p_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir, la abundancia relativa de la especie i).

n_i – número de individuos de la especie i .

N – número de todos los individuos de todas las especies.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

12.3. Zona de estudio

La investigación se realizó en el Bosque Mesófilo de Montaña de la zona de Puebla y Tlaxcala, en el Parque Nacional la Malinche, en tres zonas diferentes de muestreo con las siguientes coordenadas: Ruta 1 de Puebla (598071.58 E 2119391.93 N ZONA 14 Q Puebla a 3,000 m s.n.m.), 6 km de recorrido; ruta 2 de Tlaxcala (596320.27 m E, 2125555.43 m N en la zona 14 Q de Tlaxcala, a 3,100 m s.n.m), 6 km de recorrido; ruta 3 zona de Tlaxcala (599257.19 m E 2126923.62 m N a 3,600 m s.n.m), 12 km de recorrido; en la figura 6 se observan los recorridos realizados.

Los recorridos se realizaron en los meses de julio a octubre en el año 2022, todos los puntos fueron localizados y georreferenciados, además de la toma fotográfica de macromicetos *in situ*, se registró en la bitácora la especie de macromiceto encontrada y se contabilizó el número de macromicetos encontrados por especie.

12.4. Índice de Shannon

En esta investigación se realizó el análisis de diversidad de macromicetos por medio del Índice de Shannon en las tres rutas de muestreo, se registró una riqueza de 61 especies de macromicetos distintos, pertenecientes a 19 familias y un total de 30 géneros, 9 especies con hábito de vida saprobio mientras que los 52 restantes eran micorrícicos, la ruta 1 es en la zona de Puebla y las rutas 2 y 3 son pertenecientes al estado de Tlaxcala.

En la Ruta 1, en la zona de Puebla, se identificaron un total de 15 especies y 8 géneros (Tabla 5), esta es una zona altamente degradada debido a la tala y el cambio en el uso del suelo, en la figura 10 se observa la cara sur de la malinche en donde se encuentra la zona poblana claramente con menos zonas arbóreas.

Con respecto al índice de Shannon realizado en esta zona fue de: $H' = 2.2$, este índice de diversidad resulta bajo, ya que va de 1 a 5 (siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto), por lo tanto, este estudio sugiere que la zona poblana de la malinche tiene un índice de diversidad de macromicetos bajo, pues está siendo mermada por los factores ya mencionados.

Fotografía de la cara sur del PNM en la zona poblana



Figura. 11. Fotografía propia, tomada con Dron DJI mini SE en el año 2022.

En la Ruta 2, en la zona de Tlaxcala, se identificaron un total de 55 especies y 29 géneros (Tabla 6), esta es una zona conservada, ya que en esta región de la montaña cuentan con guardabosques, quienes tienen cierto control y cuidado; en la figura 12 se observa la zona de Malinche en Tlaxcala. Con respecto al índice de Shannon realizado en esta zona fue de: $H' = 3.6$, este índice de diversidad resulta alto ya que este va de 1 a 5 (siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto), por lo tanto, este estudio sugiere que en la zona de Tlaxcala de la Malinche se tiene un índice de diversidad de macromicetos alto.

Fotografía del PNM en la zona de Tlaxcala



Figura. 12 Fotografía propia, tomada con Dron DJI mini SE en el año 2022.

En la Ruta 3, en la zona de Tlaxcala, se identificaron un total de 57 especies y 30 géneros (Tabla 7), esta es una zona conservada, ya que también se cuentan con guardabosques, en la figura 12 se observan algunas de las especies recolectadas en esta zona. Con respecto al índice de Shannon realizado en esta zona fue de: $H' = 3.7$, este índice de diversidad resulta alto ya que este va de 1 a 5 (siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto), por lo tanto, este estudio sugiere que en la zona de Tlaxcala de la Malinche se tiene un índice de diversidad de macromicetos alto.



Figura. 13. Fotos de hongos colectados en el PNM en el año 2022.

- A. *Hypomyces lactifluorum*; B. *Ramaria flava* (amarilla); C. *Helvella crispa*;
D. *Morchela rufobrunnea*.

Con relación a estudios anteriores realizados en el Parque Nacional la Malinche, se visualizan distintas problemáticas, tanto por causas naturales, como por problemas sociales, estos problemas suelen deberse a la deforestación, incendios forestales, así como al pastoreo, la tala y el cambio en el uso del suelo, algunas de estas son actividades que vienen de la mano con el desarrollo humano y con las costumbres que se realizan en la zona.

En Tlaxcala y Puebla solo se ha considerado influir en una parte de la restauración ecológica de Recursos Maderables (RM) como la reforestación, dejando de lado el reino Fungí, el cual también ha sufrido pérdidas considerables debido a los factores que se han mencionado, Arellano menciona que la zona de Puebla es la parte más mermada y deforestada y, de igual manera, considera que la zona de Tlaxcala es la parte más conservada, por lo que se concuerda con sus investigaciones (Arellano, 2019).

Así mismo, el artículo “Biodiversidad de hongos ectomicorrízicos su importancia para la conservación del bosque en la zona poblana del Parque Nacional Malintzi” de Marín, coincide con las problemáticas identificadas y, además, discute estas problemáticas como una alerta a una posible pérdida del Parque Nacional la Malinche en la zona poblana (Marín, 2015). Este artículo también identifica especies como *Suillus sp.*, *Boletus sp.*, *Russula brevipes*, *Amanita cesárea*, *Lactarius deliciosus*, *Cortinarius sp.*, donde se describe la altitud, mes y el número de cada especie que se encontraban en la zona de muestreo, además de la vegetación y el nivel de perturbación, especies que también se encontraron en las zonas muestreadas en esta investigación.

XIII. MANEJO DE LOS HONGOS EN EL LABORATORIO

Los hongos fueron llevados al centro de investigaciones microbiológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en el laboratorio de micología, fueron higienizados perfectamente de los residuos del campo y se colocaron en un área estéril. Una vez confirmado el género con las claves taxonómicas se continúa con los procedimientos de investigación.

13.1 Aislamiento de cepas

Realizado el proceso de higienizado, se continuó trabajando con los macromicetos haciendo cortes en los especímenes para realizar el aislamiento y cultivo axénico de las especies fúngicas con las que se trabajó. Los hongos frescos se llevan a campana de flujo laminar, el carpóforo se partió a la mitad con un bisturí, pinzas estériles; se extrajo del interior una porción del tejido del hongo y se colocó en cuatro puntos de una caja Petri con medio de cultivo.

En total fueron 61 especímenes recolectados, de los cuales fueron recolectados en diferentes cantidades en recorridos por zona. Las cajas con hongos en crecimiento se incuban entre 25-28°C y se observan al menos cada 24 horas, una vez obtenido el crecimiento idóneo se procede a transferir a nuevas cajas Petri para su desarrollo óptimo (Aguilar, 2019).



Figura. 14. Obtención del tejido vegetativo en el laboratorio año 2022.

13.2. Pruebas de crecimiento en diferentes medios de cultivo

Para el aislamiento de cepas se han utilizado 7 medios de cultivo diferentes: Mycosel, Sabouraud, Papa dextrosa, Borelli, Agar - agar con papa, Agar - agar con Malta, Agar - agar con trigo y malta; 4 de estos tipos de agar son artesanales y en esta primera etapa se aislaron 5 especies de hongos distintas (*Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus campestris*, *Agaricus arvensis*, *Lentinula sp.*). Para el crecimiento del micelio, se ha mantenido a una temperatura de 25°C en oscuridad plena y posteriormente se realiza su transferencia a nuevas placas con agar (Gaitán, 2006).

Tabla 8. Medios de Cultivo

Medio de Cultivo (Agar)	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Agaricus campestris</i>	<i>Agaricus arvensis</i>	<i>Lentinula sp.</i>
	<i>Seta</i>	<i>Champiñón</i>	<i>Portobello</i>	<i>hongo blanco</i>	<i>Cuerudo</i>
(1) Mycosel	+	+	+	+	+
(2) Sabouraud	++	++	+	+	+
(3) Papa dextrosa	++	++	++	++	+
(4) Borelli	+++	+++	+	+	+
(5) Agar - agar con Papa	++++	++++	++++	+++	+++
(6) Agar – agar con Malta	+++	+++	+	+	+++
(7) Agar - agar con Trigo, Malta	++++	++++	++++	+++	++

En la tabla 4 se describe el crecimiento y mejor desarrollo en una escala de 0 a 4 cruces.

Con respecto al crecimiento micelial, se ha obtenido un mejor crecimiento con el agar modificado de manera artesanal, los cuales fueron: Agar – agar con papa (++++), Borelli (+++), Agar – agar trigo-malta (+++), como se observa en la tabla 4, ya que, en estos medios, los hongos han podido desarrollarse mejor por los nutrientes que contienen. Lo propuesto por Gerardo Mata en 2020 para el crecimiento micelial de *Lentinula sp.* es realizar el crecimiento en agar con papa, agar con extracto de malta, la utilización de este tipo de agar en esta investigación, tuvo un buen desarrollo ya que se logró un óptimo crecimiento de *lentinula sp.* (Mata, 2020)

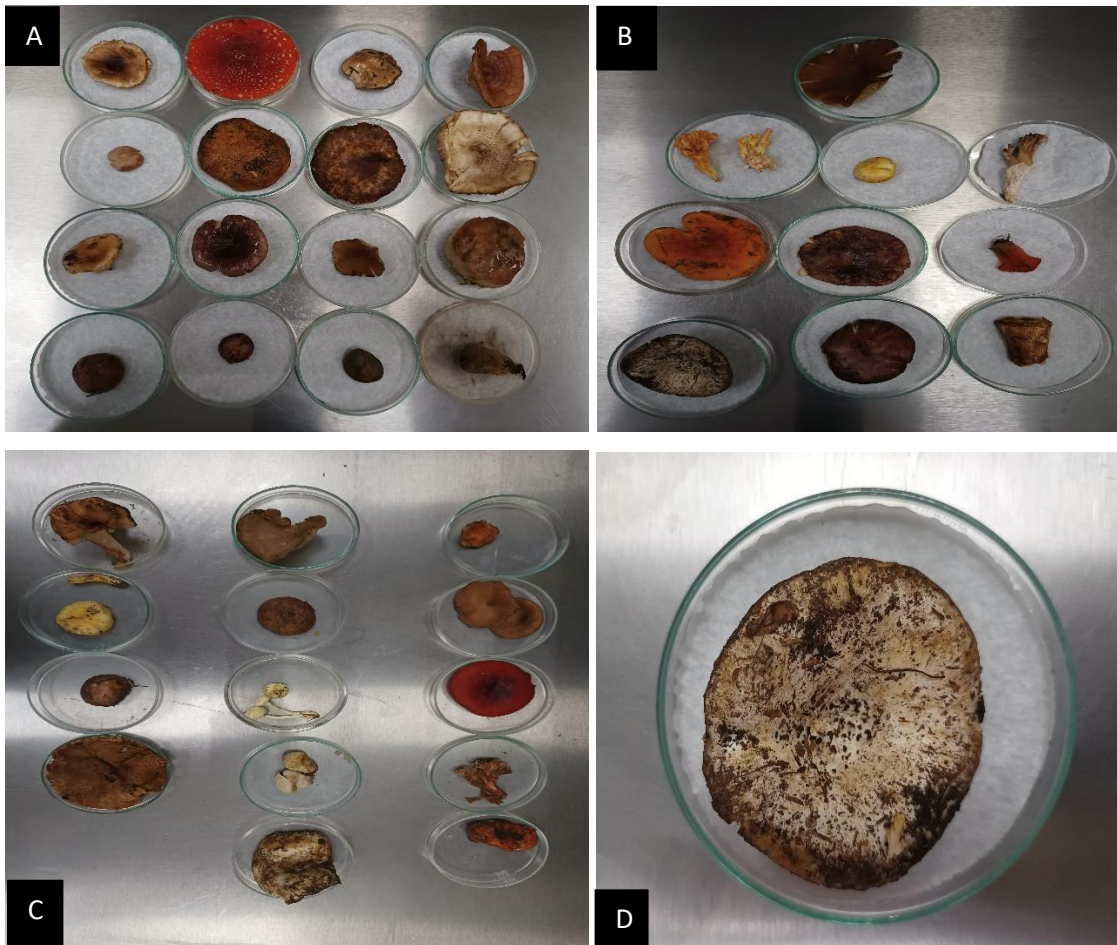
Posterior a estos 5 hongos aislados, en las nuevas colectas de hongos se utilizaron 9 medios de cultivo diferentes (6 de ellos son modificados-artesanales) y se han utilizado 4 especies de hongos distintas (*Pleurotus ostreatus* (gris, blanca y amarilla) y *Ganordema sp.*). Para el crecimiento del micelio, este se ha mantenido a una temperatura de 25°C en oscuridad plena, de igual manera, durante el desarrollo miceliar se determinaron sus características microscópicas y macroscópicas como: forma de micelio, crecimiento, textura y tiempo de crecimiento.

Tabla 9. Medios de Cultivo.

Medio de Cultivo (Agar)	<i>Pleurotus sp</i> <i>Seta blanca</i>	<i>Pleurotus sp</i> <i>Seta amarilla</i>	<i>Pleurotus sp.</i> <i>Seta gris</i>	<i>Ganoderma sp.</i> <i>Hongo de madera</i>
(1) Mycosel	+	+	+	+
(2) Sabouraud	++	++	+	+
(3) Papa dextrosa	++	++	++	++
(4) Borelli	+++	+++	+	+
(5) Agar – agar con Papa	++++	++++	++++	+++
(6) Agar -agar con Malta	+++	+++	+	+
(7) Agar – agar con Trigo, Malta	++++	++++	++++	+++
(8) PDA con corteza de pino	++++	++++	++++	++++
(9) Agar harina de maíz	+	+	+	+

En esta tabla se describe el crecimiento y mejor desarrollo en una escala de 0 a 4 cruces.

Con respecto al crecimiento micelial se ha obtenido un mejor crecimiento con el agar artesanal, Agar – agar con papa (++++), Borelli (+++), Agar – agar trigo- malta (+++) y PDA (Agar papa dextrosa) con corteza de pino, como lo menciona, Gaitán en su manual práctico para el cultivo de setas se corrobora el crecimiento de micelio en el cual recomienda agar - agar con trigo - malta, agar – agar con papa, en los cuales crecen especies como *Pleurotus s. Agaricus sp.* por lo cual se corrobora lo propuesto por el autor (Gaitán, 2006). ya que, en estos medios, los hongos han podido crecer mejor por los nutrientes que contienen. Cuando el micelio cubrió la superficie del medio en las cajas Petri, se traspasaron a nuevas cajas periódicamente para que no perdieran nutrimentos. El tiempo que puede permanecer una cepa sin transferirse depende de la especie y de la cepa misma (Suárez, 2010; Mukerji et al., 2002).



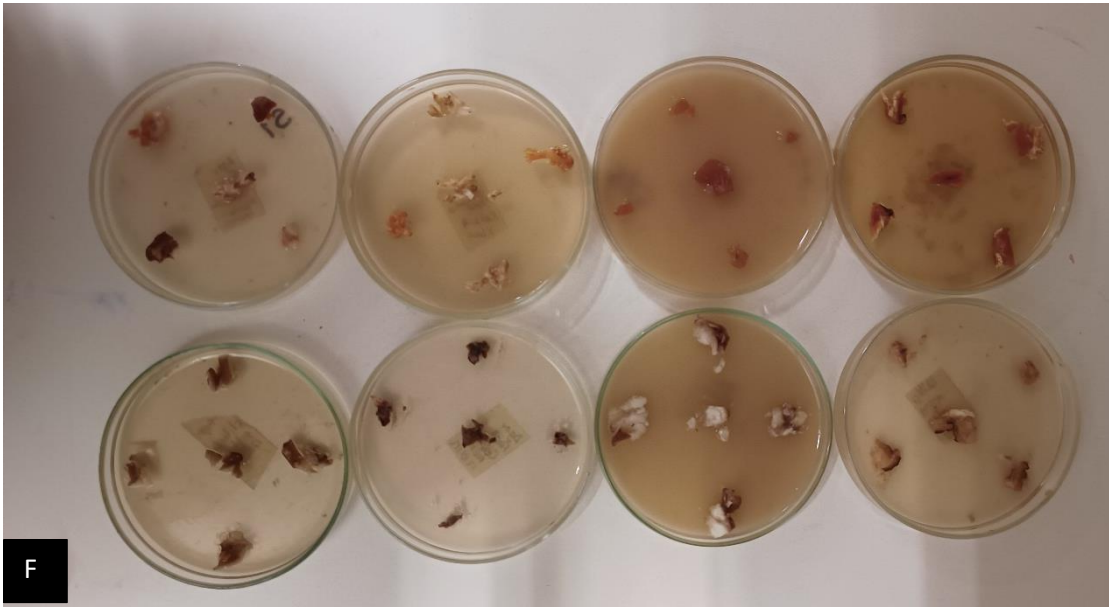


Figura. 15: A, B y C: Fotos de hongos en laboratorio. D: *Russula brevipes* en laboratorio. F: hongos sembrados en cajas, en el año 2022

Por lo tanto de los 30 géneros que fueron recolectados en el Parque Nacional la Malinche, se recuperaron 4 géneros, 9 especies diferentes: *Pleurotus sp. (crema)*; *Pleurotus sp. (blanca)*; *Pleurotus sp. (gris)*; *Pleurotus sp. (amarilla)*; *Agaricus bisporus*; *Agaricus campestris*; *Agaricus arvensis*; *Lentinula sp.* y *Ganoderma sp.*, ya que, por su actividad de desarrollo, fueron más viables los macromicetos saprobios, estos macromicetos son descomponedores de materia orgánica y son los que tuvieron un mejor desarrollo de crecimiento micelial.

Para las especies micorrícicas se realizó lo reportado por Pereira y Escobar, se utilizaron los medios recomendados como PDA (Agar papa dextrosa) y se tuvieron resultados poco favorables, ya que fue nulo el crecimiento de los 26 géneros con los cuales se realizó la práctica (Escobar 2007; Pereira, 2014;). De igual manera se trabajó en su recuperación utilizando los mismos medios de cultivo que aparecen en las tablas 9 y 10, sin embargo, fueron cultivadas en 9 medios diferentes y no se obtuvieron resultados positivos para su crecimiento micelial, impidiendo su recuperación.

13.3. Inoculación de granos de trigo con micelio

La inoculación de semillas consiste en propagar el hongo en el inóculo o semillas, actualmente se pueden utilizar distintas semillas como sorgo, arroz, trigo, avena, mijo, etc. En este trabajo se utilizaron semillas de trigo como inóculo por su calidad, fácil compra y bajo costo, además por lo reportado por (Sánchez, 2020) donde recomienda este tipo de semillas para el desarrollo óptimo de micelio.

El proceso se realizó una vez obtenida la cepa, las semillas, previamente a su uso, tienen que ser higienizadas e hidratadas sumergidas en agua en un tiempo aproximado de 8 a 12 horas, una vez realizado este procedimiento se escurren hasta que no tengan exceso de agua, posteriormente, fueron puestas en bolsas de poli papel y fueron esterilizadas 60 minutos a 15 lb, las bolsas se dejaron secar y enfriar en la campana de flujo laminar.

Como se ha mencionado, estas semillas se elaboraron una vez obtenido el micelio en medio de cultivo, de este se cortaron cuadros de 1cm^2 con un bisturí estéril, con una aguja de disección se tomaron los cuadros de micelio y junto con las semillas y el agar, de forma alternada, se colocaron en frascos de vidrio, las semillas se incuban de $25\text{-}28^\circ\text{C}$ en oscuridad hasta que los granos cubran las semillas de trigo; de 10 a 20 días las semillas estarán inoculadas, (Arana, 2014) (Figura 15, 16).

Como se aprecia en la Tabla 9 y como lo menciona Sánchez, (2020) las semillas de trigo, resultan eficaces para el crecimiento micelial, ya que los hongos las utilizan para su desarrollo, además de su fácil acceso y bajo costo.

Tabla 10. Tiempo de inoculación.

Tiempo de inoculación de semillas.	10 días después de su inoculación.	15 días después de su inoculación.	20 días después de su inoculación.
<i>Pleurotus ostreatus</i>		+	
<i>Pleurotus ostreatus</i> (blanca)		+	
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Gris)		+	
<i>Pleurotus ostreatus</i> (amarilla)		+	
<i>Ganoderma</i> sp.			+
<i>Agaricus bisporus</i>	+		
<i>Agaricus campestris</i>	+		
<i>Agaricus arvensis</i>	+		
<i>Lentinula edodes</i>		+	

En la tabla se describe el tiempo de inoculación de las semillas que va de 10 a 20 días, la cruz indica el tiempo.



Figura. 16 Crecimiento de semillas en bolsas.

13.4. Conservación de germoplasma

Una vez realizada la inoculación de granos de trigo con micelio, se procedió a conservar las semillas inoculadas en los frascos de vidrio, se realizaron duplicados de cada una de las semillas miceliales de germoplasma (*Pleurotus ostreatus*; *Pleurotus ostreatus* (blanca); *Pleurotus ostreatus* (gris); *Ganoderma* sp.; *Pleurotus ostreatus* (amarilla); *Agaricus bisporus*; *Agaricus campestris*; *Agaricus arvensis* y *Lentinula* sp.)

Las semillas recuperadas ya mencionadas se mantendrán durante un periodo de 6 meses en temperatura ambiente y otros duplicados se mantienen de igual manera en refrigeración, la viabilidad de la conservación, desde el tiempo 0 y a los 6 meses, es considerado viable cuando un cultivo desarrolla crecimiento al ser resembrado (Figura 11 y 12).

Con respecto al artículo viabilidad de cepas nativas de ambientes áridos de *Ganoderma spp.* bajo diferentes condiciones de conservación, en esta investigación se realizan pruebas con las muestras de *Ganoderma*, en las cuales su mediador fue la inoculación de semillas de trigo con micelio, se utilizaron los métodos recomendados, así como la semilla que utilizan en donde resulta optima la semilla para la inoculación de micelio (Sánchez, 2020).

Cuando se desea recuperar el germoplasma, como lo menciona Salmones los frascos de vidrio son sometidos a baño maría de agua destilada a 30°C durante 10 min, después de retirar el exceso de agua, los frascos son introducidos en una solución de alcohol etílico (70% v/v) durante un minuto, posteriormente, las semillas son colocadas en cajas de Petri que contienen medio de cultivo sólido (por ejemplo, agar con papa dextrosa,) con la finalidad de inducir el crecimiento micelial de las muestras (Salmones *et al* 2012).

El INECOL, en su banco de germoplasma, considera que “La utilización de semillas como vectores para la conservación del micelio ha resultado altamente eficiente. En la mayoría de los casos, el micelio se recupera a partir del “hilio” de la semilla, lo que permite suponer que este actúa como un protector contra la congelación” (Salmones., *et al* 2012).

De las cepas puras sembradas en tubos en forma de pico de flauta, con distintos tipos de agar de cada cepa de macromicetos (*Pleurotus ostreatus*; *Pleurotus ostreatus* (blanca); *Pleurotus ostreatus* (gris); *Ganoderma* sp.; *Pleurotus ostreatus* (amarilla); *Agaricus bisporus*; *Agaricus campestris*; *Agaricus arvensis* y *Lentinula* sp.) se procedió a conservar las cepas axénicas, teniendo en cuenta que sean viables, y mantengan su pureza y capacidad de reproducción, es por ello que, en los tubos con germoplasma, se realiza periódicamente el método tradicional de resiembras (...), estas se conservan en refrigeración de 2 a 4°C con aceite mineral en condiciones de oscuridad para evitar el envejecimiento y la degeneración causada por factores como patógenos, mutaciones y la actividad metabólica de la propia cepa.



Figura. 17. Semillas en frascos, fotografía propia año 2023



Figura. 18. Semillas en frascos, fotografía propia, año 2023

XIV. SABERES TRADICIONALES

En septiembre de 2021 se realizó una visita prospectiva a la zona de estudio en la que se hizo el reconocimiento de la comunidad y se estableció contacto con el colectivo Yolaltepetl, solicitando que se pudiera tener acceso a la comunidad y con los hongueros.

Se realizaron visitas a la comunidad de San Miguel Canoa, Puebla, cubriendo los meses de temporada de hongos en la región de julio a octubre del 2022 y durante otras fechas en las que se realizan eventos importantes.

Se efectuaron encuestas a un total de 30 hongueros, fue un muestreo por conveniencia, ya que solo se necesitaba realizar la encuesta a los hongueros y para registrar la pronunciación de los hablantes, las respuestas fueron grabadas, con su previo consentimiento. Durante las encuestas se incluían comentarios sobre el clima, alimentos, actividades y otras cuestiones personales, las preguntas fueron diseñadas para obtener respuestas de varios temas con respecto al conocimiento de los hongos: concepciones sobre nombres típicos, usos, percepción sobre el ciclo de vida, lugar y época de crecimiento, clasificación, criterios de reconocimiento, hongos venenosos y formas de preparación.

La encuesta es de tipo descriptiva y se compone de 10 preguntas con respuesta única y respuesta múltiple para obtener información necesaria para alcanzar los objetivos del presente estudio, esta fue validada por panel de expertos y se realizó una prueba piloto con el colectivo Yolaltepetl, el cual colaboró en la mejora de las preguntas.

En cuanto a la población, como se menciona en el apartado VII. Zona de estudio comunidad de San Miguel Canoa, la comunidad se sitúa aproximadamente a doce kilómetros de la ciudad de Puebla y se encuentra ubicada en las faldas del volcán Malinche, antiguamente fue parte del señorío de Cholula, fue fundada en 1640, por ello se consideró un pueblo étnico nahua, actualmente es junta auxiliar del municipio de Puebla. Con respecto a los lugares de trabajo en Canoa, destacan los ámbitos de la agricultura y la extracción de recursos naturales como la principal actividad laboral, el comercio y los oficios.

La agricultura y la extracción de recursos naturales es desarrollada en el área de la Malinche, en el campo o en “las tierras”. Sembrar, sacar leña, hacer carbón, talar y extraer pulque son las actividades concebidas como laborales en el territorio. SMC, cuenta con una población de 15,070 habitantes y 64% de la población habla náhuatl, además del español (INEGI, 2020).

De las personas encuestadas, solamente 3 fueron mujeres, mientras que los 27 restantes fueron hombres, la edad de los encuestados oscila entre los 35 y 60 años, únicamente 1 encuestado tiene tan solo 16 años. El 100% de los encuestados mencionaron que se dedican a la extracción de recursos de la Malinche dependiendo de la temporada del año; en los meses de julio a octubre se dedican a la recolección de hongos.

El 93% de los encuestados mencionaron que tienen conocimientos sobre los hongos, comentaron que dichos conocimientos los obtuvieron por herencia familiar, es decir, durante su desarrollo en el núcleo familiar, pues sus familiares les comentaban sobre la recolección de hongos y sus usos, además de asistir a recorridos con ellos; se les cuestionó sobre el familiar que les enseñó sobre los hongos: 5 respondieron que su madre, 5 que su padre, 5 que sus abuelos y 15 que su núcleo familiar, conformado por padres, abuelos y tíos (Figura 16).

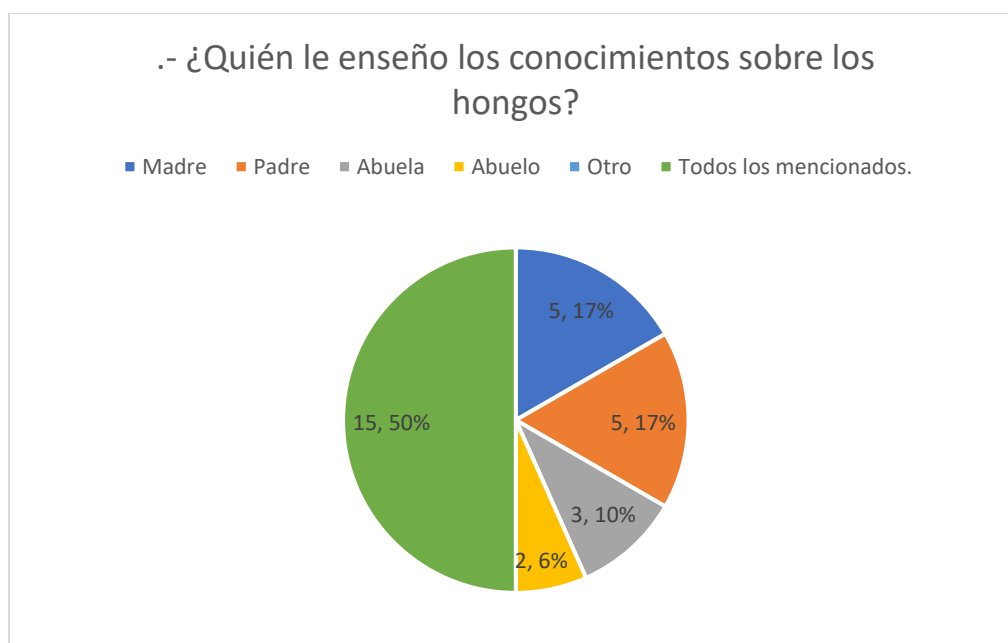


Figura. 19 Respuestas por parte de los hongueros sobre qué familiar les enseñó acerca de los hongos

El 83% de los encuestados también mencionan que consumen los hongos en distintos guisos, y solamente el 17% menciona que utilizan hongos de manera medicinal. Dentro de los guisados más mencionados realizados por las esposas de los hongueros son: mole de hongos, pipián de hongos, sopa de hongos, tamales de hongos, gorditas con hongos y hongos asados (figura 19).



Figura. 20. A: Gordita con hongos; B: Mole de hongos con frijoles; C: Mole de hongos; D: Pipian con hongos fotografías propias, año 2022.

Al 100% de los encuestados se les preguntó el nombre común y los nombres en náhuatl de los hongos que recolectan y si los utilizan de manera medicinal o comestible. Los recorridos realizados en la ruta (1-2-3) fueron acompañados de uno o dos hongueros por recorrido, el total de los 12 recorridos se realizaron con 10 hongueros diferentes y se identificó que la comunidad utiliza 32 especies de hongos distintas, de las cuales 30 son comestibles y 2 se utilizan de manera medicinal (tabla 12)

Tabla 11. Nombres comunes de hongos silvestres utilizados en SMC en el año 2022.

<i>Nombre Científico</i>	Nombre Común	Náhuatl Etnotaxonomía	
<i>Agaricus arvensis</i>	Blanco pequeño	Xixilona	C
<i>Agaricus bisporus</i>	Hongo llanero	/	C
<i>Agaricus campestris</i>	Champiñón / Portobello	/	C
<i>Amanita sp.</i>	Flor de calabaza	Ayo Xochitl	C
<i>Amanita tusa</i>	Berbecho	Berbechonancatl	C
<i>Boletus edulis</i>	Pante	Xotoma	C
<i>Boletus granulatus</i>	Mantecada	/	C
<i>Calvatia cyanthiformis</i>	Pedo de burro / Huevitos	Xiteboro	C
<i>Clitocybe gibba</i>	Esquilo	Esquilon	C
<i>Cortinarius hesleru</i>	Tecoso	Zapotecoso	C
<i>Ganoderma sp.</i>	/	/	M
<i>Geastrum sp.</i>	Estrella de tierra	Citlalticpac	M

<i>Guepiniopsis alpina</i>	Lengua de gato	Nenepil Miston	C
<i>Helvella crispa</i>	Orejas de conejo blanco	Gachupin	C
<i>Helvella lacunosa</i>	Orejas de conejo negro	Gachupin	C
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	Pata de buey	/	C
<i>Infundibucybe gibba</i>	Brindis	Campanilla	C
<i>Letinula sp.</i>	Shiitake	/	C
<i>Morchela rufobrunnea</i>	Elotito	/	C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Seta Amarilla	/	C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Seta gris	/	C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Seta blanca	Setas	C
<i>Ramaria flava</i> (amarilla)	Coral	Slewas	C
<i>Ramaria flava</i> (naranja)	Coral	Slewas	C
<i>Ramaria flava</i> (rosa)	Coral	Slewas	C
<i>Russula brevipes</i>	Trompa cochino	Cuatecash	C
<i>Russula cyanoxantha</i>	Morado	/	C
<i>Russula mexicana</i>	Rojo	/	C
<i>Suillus previpes</i>	Poposo	/	C

<i>Suillus previpes</i>	Poposo	/	C
<i>Turbenillus floccosus</i>	Trompeta	Tlapitzaal	C

Tabla con el nombre científico, común y náhuatl de los hongos; la letra C indica a los hongos comestibles y la M los hongos medicinales, se identificaron de 32 especies. (Elaboración propia).

La última pregunta que se les realizó es: ¿Ha notado una disminución en el crecimiento de los hongos en la Malinche con que lo relaciona? La pregunta fue por respuesta múltiple en donde se le daba la opción de responder: deforestación, disminución de lluvias, incendios forestales, agricultura, o por todas las opciones anteriores, el 40% consideró todas las respuestas (Figura 21), ellos comentan que en sus rutas de recolección, han notado una disminución en el crecimiento de los macromicetos, por ello comentaron que el grupo organizador de la feria de los hongos en SMC, desde el año 2019, realizan reforestaciones en la zona poblana cada año.

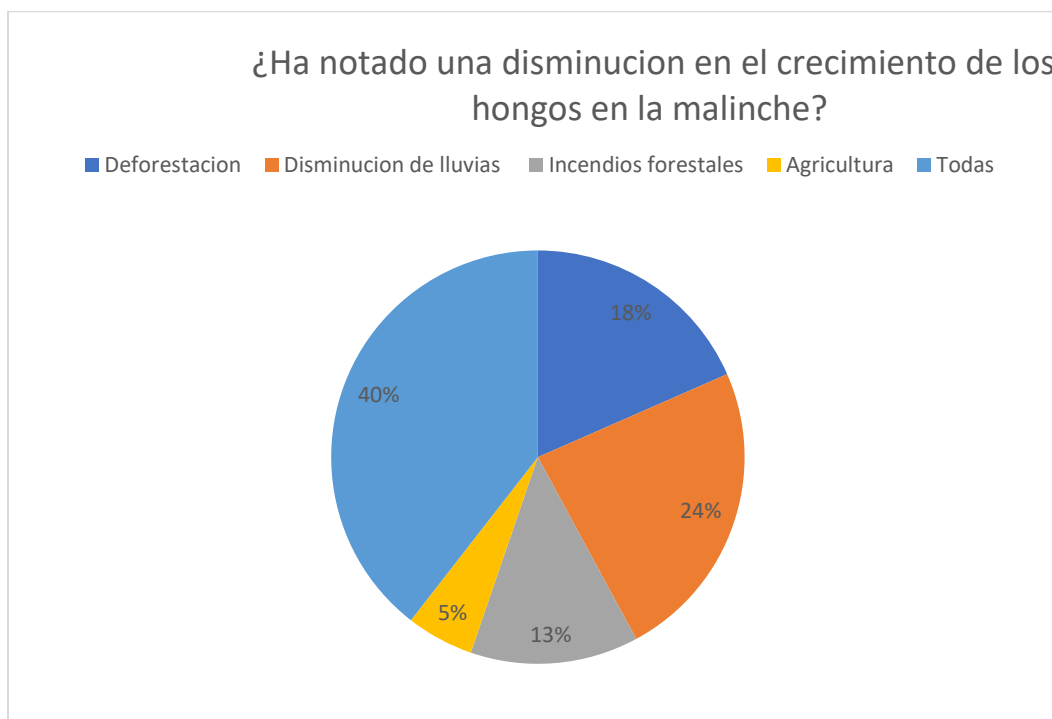


Figura. 21 *Respuestas de los hongueros sobre qué consideran que ha contribuido en la perturbación del crecimiento de los hongos en la Malinche.*

El 10 de julio de 2022 se realizó una de estas reforestaciones, convocando al público en general a contribuir. Se plantaron 2,000 *Pinus montezumae* y 1,000 *Quercus rugosa*, aproximadamente asistieron 100 personas de diferentes partes del municipio de Puebla y primordialmente de SMC, la reforestación se realizó en la zona de Puebla, 598071.58 E 2119391.93 N ZONA 14 Q Puebla a 3,000 m s.n.m.

Los hongueros consideran que la zona poblana del PNM es una de las más perturbadas, es por esto que en estas zonas es donde realizan las reforestaciones, ya que antes de salir a recolectar promueven que sigan creciendo más hongos en la zona poblana. Es importante resaltar que en esta comunidad se realizan actividades para rescatar los usos tradicionales de los hongos, por ello en los últimos 4 años se ha realizado la feria del hongo resaltando sus usos y tradiciones (figuras 22-23).



Figura. 22 Fotografía de la feria de los hongos. Fotografía propia, año 2022.



Figura. 23. A. B. Fotografías en recorridos con hongueros. C. Reforestación 2022 de la zona poblana de la Malinche, fotografía tomada con dron dji mini. Fotografías propias.

XV. CONCLUSIONES

Se ejecutaron 12 recorridos en total en el año 2022, a partir de estos se determinó la diversidad de especies, se identificaron un total de 19 familias, 30 géneros y 61 especies, el mayor número de los hongos identificados tienen hábito de vida micorrízico y saprobio. Los índices de Shannon-Weber indicaron que la zona con mayor diversidad de especies es la de Tlaxcala y que la de Puebla se encuentra gravemente perturbada, con las tomas con el dron DJI se muestra esta perturbación y deforestación en el estado de Puebla.

Para la realización de la recuperación de germoplasma se utilizaron nueve tipos de agar diferentes, algunos fueron hechos de forma artesanal, estos agares se probaron con las 61 especies, realizando la transferencia del micelio periódica a nuevas cajas de agar. Se realizó la recuperación de 4 géneros distintos y 9 especies en total, las cuales tienen hábito saprobio. En cuanto a los hongos micorrízicos resultó complicado su crecimiento, debido a que es difícil que crezcan en agar sintético y por su hábito de vida mutualista no fue posible que crecieran, por lo tanto, no se recuperaron estos hongos.

Las nueve especies recuperadas se desarrollaron de manera favorable en las semillas de trigo, las cuales se encuentran en conservación para su posterior uso, ya sea en siembras en bolsas con algún sustrato, en siembras *in situ* o para su posterior investigación de desarrollo.

El desarrollo de las encuestas fue favorable, se lograron realizar 30 encuestas a hongueros, los cuales se mostraron viables en responderlas, además, se logró una buena relación con la comunidad, con el colectivo Yolaltepetl y con el colectivo de la feria de los hongos de SMC.

Durante las encuestas se concluye que la mayoría de los hongueros son hombres y las mujeres, en mayor parte, se dedican a las labores del hogar. Se identificó que la comunidad utiliza 32 especies de hongos, 30 comestibles y 2 medicinales, de igual manera, se identificó el nombre común y el nombre en náhuatl de estos, ya que en esta comunidad persiste la lengua indígena náhuatl. También, en esta zona efectúan reforestaciones y ferias de los hongos para el fomento de la cultura de los hongos, de igual manera, consideran que la zona poblana es la más deforestada y a la cual se le debería poner mayor atención en su conservación.

Durante la realización de las encuestas a los hongueros, se observó un interés, por lo hongos y los usos y costumbres que les han heredado de generación en generación, por lo tanto, persiste la cultura y conservación de estos saberes, esto se puede notar en el rango de edad de los hongueros de 16 – 60.

Otra importancia cultural de estos saberes, es que el mayor de especies tiene una etnotaxonomía en náhuatl, esto nos indica la importancia de los hongos en la comunidad y el interés de los hongos en su comunidad.

XVI. SUGERENCIAS

- Fortalecer la importancia de los hongos en la naturaleza en todos los niveles educativos con el fin de promulgar su conservación natural en la comunidad de San Miguel Canoa.
- Realizar nuevas investigaciones en macromicetos, incorporando la identificación genotípica con el fin de tener una descripción taxonómica más detallada.
- Desarrollar estudios encaminados a conocer el uso potencial que posee cada macromicetos con el fin de poder conocer la importancia que tienen tanto para el ecosistema donde se desarrollan como para la comunidad.
- Realizar siembras *in situ* para poder realizar mico-reforestaciones en San Miguel Canoa en el Parque Nacional la Malinche y así fomentar la conservación de esta área tan rica en biodiversidad.
- Sugerir en la comunidad, políticas públicas, implementadas internacionalmente en cuanto protocolos de colecta.

XVII. REFERENCIAS

1. Aguilar, M. (2021). Etnomedicina en Mesoamérica, *Arqueología Mexicana*, 59, 26-31.
2. Aguilar-Pumahuillca, F., Huamán-Huamán, H., y Holgado-Rojas, M. (2019). Caracterización de *Pleurotus* sp. aislado de la comunidad nativa de Korimani, centro poblado de Kiteni-Echarate, la Convención, Cusco, Perú. *Ecología Aplicada*, 18(1), 45-50.
3. Anaya, D. A. T. (2019). Aislamiento y caracterización de cepas, y determinación de propiedades bioquímicas de hongos de importancia cultural en la huasteca potosina.
4. Arana Gabriel, Y., Burrola Aguilar, C., Garibay Orijel, R. y Franco Maass, S. (2014). Obtención de cepas y producción de inóculo de cinco especies de hongos silvestres comestibles de alta montaña en el centro de México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(3), 213-226.
5. Arellano, S. M. y Miguez, S. E. R. (2019). La relación entre la ciudad de Puebla, la Malinche y San Miguel Canoa: conformación y disputa del territorio. *Regiones y Desarrollo Sustentable*, 18(35).
6. Bermúdez Savón, R. C., García Eduardo, N., Álvarez Céspedes, L. M., Serrano Alberni, M. y Plana Pérez, L. (2020). Utilización de cáscara (fibra) de coco para el cultivo de setas comestibles-medicinales de interés comercial. *Tecnología Química*, 40(2), 260-268.
7. Boa, E. (2005). Los Hongos Silvestres Comestibles: Perspectiva global de su uso e importancia para la población. *Productos Forestales no Madereros*. (17). Food & Agriculture Org. (FAO).
8. Carod Artal, F. J. (2015). Alucinógenos en las culturas precolombinas mesoamericanas. *Neurología*, 30(1), 42-49.
9. CONAFOR. (2021) Comisión Nacional Forestal. Parque Nacional la Malinche.
10. Condón, F. y Rossi, C. (2018). Banco de Germoplasma Inia: conservando la diversidad de nuestras plantas. *Revista INIA*, (52) 3- 4.

11. De Madrignac, B. y Flecha, A. (2019). Evaluación del cultivo de *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes, Agaricales Poyporales) empleando sustratos alternativos presentes en el Paraguay. *Lilloa*, 56(1), 1-13.
12. Díaz Barriga, H. (2003). *Hongos macromicetos comestibles, venenosos medicinales y destructores de la madera, de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca, sierra Chincua, Michoacán, México*. (No. 589.2 D5.).
13. Domínguez López, J. y Acosta, R. (2005). Descripción del Parque Nacional la Malinche En: Fernández, J. (comp.) *Biodiversidad del Parque Nacional la Malinche. Tlaxcala, México*. (Primera edición, 3-23).
14. Escobar, V. V., Pérez, A. M., & Arredondo, C. (2007). Evaluación de la producción del hongo *Lentinula edodes* Pegler en bloques sintéticos a base de residuos agroindustriales. *Ingeniería y Ciencia*, 3(6), 23-39.
15. Estrada Salazar, G. I., y Ramírez Galeano, M. C. (2019). *Micología general*. Centro editorial Universidad Católica de Manizales.
16. *Etnomicología en México*.
17. Evangelista, M. Z. y Moreno, E. A. (2007). Metabolitos secundarios de importancia farmacéutica producidos por actinomicetos. *Revista BioTecnología*, (11), 37-50.
18. Fernández Andreu, C. M., Díaz Suárez, L. A., Illnait Zaragoza, M. T., Aragonés López, C., Martínez Machín, G., Perurena Lancha, M. R., y Rodríguez Gutiérrez, I. (2013). Conservación de cultivos de hongos de importancia médica en agua destilada. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 65(3), 361-369. Recuperado en 07 de marzo de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037507602013000300009&lng=es&tlng=es .
19. Fierro, A. F., Caranqui, J., Ordoñez, M. E., y Aguirre, J. (2019). Colecciones botánicas y micológicas ecuatorianas y su importancia en el estudio, uso sustentable y conservación de la biodiversidad. *UTCiencia" Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo"*, 6(2), 109-119.

20. Flores Cavada, E., Carrillo Parra, A., Wehenkel, C. A., Garza Ocañas, F., & Hernández Díaz, J. C. (2018). Diversidad de macromicetos en bosques de pino en el municipio Madera, Chihuahua. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(50), 342-360.
21. Furci George-Nascimento, G. M. (2007). *Fungi Austral: Guía de campo de los hongos más vistosos de Chile*. CORMA.
22. Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez-Merlo, R., & Mata, G. (2006). Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción. *Instituto de Ecología, AC, Xalapa, México*.
23. García, D. R., Fuentes Moreno, Á. y González Bautista, J. A. (2021). Revisión al concepto de etnomicología desde su enfoque y desarrollo en México. *Árido Ciencia*, (6)1, 5-27.
24. García-Saldaña, L. C., Garza-Ocañas, F., Sobal, M., Torres-Aquino, M., & Hernández-Ríos, I. (2019). Diversidad de macromicetos en el bosque templado del Valle de Poanas, Durango. *Scientia fungorum*, 49.
25. Garza, F., Carrillo, A., Garza, L., Quiñónez, M., García, J., y Guevara, G. (2014). Técnicas para el manejo de hongos ectomicorrícicos: del bosque al laboratorio y viceversa en F. Garza Ocañas, J. A. Guevara, H. Villalón Mendoza y A. Carrillo Parra (Ed.). *Técnicas en el manejo sustentable de los recursos naturales*. (Primera edición, 72-121), Universidad Autónoma de Nuevo León.
26. Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez-Merlo, R., y Mata, G. (2006). Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción. *Instituto de Ecología, AC, Xalapa, México*.
27. Gato Cárdenas, Y. (2010). Métodos de conservación y formulación de *Trichoderma harzianum* Rifai. *Fitosanidad*, 14(3), 189-195.
28. Gómez Sáez, K., Castañeda Roldán, E., Ávila Sosa, R. y Munguía-Pérez, R. (2022). Mycotoxins and Climate Change en M. G. Frías de León, C. Brunner Mendoza, M.

del R. Reyes Montes y E. Duarte Escalante (Ed.) *The Impacto of Climate Change on Fungal Diseases*. (Primera edición, 239-256). Springer Cham.

29. Gutierrez, A. C., Tornesello-Galván, J., Manfrino, R. G., Hipperdinger, M., Falvo, M., D'Alessandro, C., y López Lastra, C. C. (2017). Organización y conservación de la colección de hongos patógenos y simbioses de insectos y otros artrópodos del CEPAVE (CONICET-UNLP), La Plata, Argentina. *Revista argentina de microbiología*, 49(2), 183-188.
30. Guzmán, G. (1977) *Identificación de los hongos: comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera*. México: Limusa
31. Guzmán, G. (1983) The genus *Psilocybe*. *Beih Nova Hedwigia*, (74) 1-439.
32. Guzmán, G. (1997). *Nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina*. Instituto de Ecología.
33. Guzmán, G (1998). Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México. En: Halffer, G. (comp.). *La Diversidad Biológica de Iberoamérica II*. (Volumen Especial. Pp. 111-175) Acta Zoológica Mexicana nueva serie. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
34. H. M. Milagro, C.C Luis, R. Armando, (2006). Protocolo para la recolecta, descripción, identificación y mantenimiento de hongos. INBIO.
35. Heredia-Solís, A., Esparza-Ibarra, E. L., Romero-Bautista, L., Cabral-Arellano, F. J., Echavarría-Chairez, F. G., y Bañuelos-Valenzuela, R. (2016). Evaluación de mezclas para sustrato y producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. AGRO.
36. Herrera, T., y Ulloa, M. (1998). *El reino de los hongos: micología básica y aplicada* (No. 589.2 H565r). México, MX: Universidad Nacional Autónoma de México.
37. INEGI, (2020) <https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/> 29 de abril de 2022.
38. Jiménez Ruíz, M., Pérez Moreno, Jesús., Almaraz S, J. J. y Torres Aquino, M. (2013). Hongos silvestres con potencial nutricional, medicinal y biotecnológico comercializados en Valles Centrales, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(2): 199-213.

39. Jiménez Ruiz, A. E., Thomé Ortiz, H. y Burrola Aguilar, C. (2016). Patrimonio biocultural, turismo micológico y etnoconocimiento. *El periplo sustentable*, (30), 180-205
40. Leff Zimmerman, E. (2016). *Ciencias sociales y formación ambiental*.
41. MacFaddin, J. F. (1985). *Medios para aislamiento-cultivo-mantenimiento de bacterias médicas, vol. I*. Williams & Wilkins, Baltimore / MD.
42. Magurran A. (1983). *Diversidad Ecológica y su Medición*. Vedra: España. 124-125.
43. Maldonado Bonilla, L. D., Machorro Sámano, S., Villarruel Ordaz, J. L., Garibay Orijel, R., Álvarez Manjarrez, J., Sánchez Espinosa, A. C., Marín González, P. G. y Valera-Venegas, G. (2021). Macromicetos de la selva baja caducifolia en la región de la costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, 1-14.
44. Marín Castro, M. A., Silva Díaz, V., Linares Fleites, G., Castagnino, A. M. y Ticante Roldán, J. A. (2015). La biodiversidad de los hongos ectomicorrízicos y su importancia para la conservación del bosque en la zona poblana del Parque Nacional Malintzi en G. Pulido Flores, S. Monks y M. López Herrera (Ed.) *Estudios en Biodiversidad*, 1, 180-195.
45. Mata, G., R. Gaitán-Hernández, D. Salmones, 2020. *El cultivo del shiitake: tecnología e innovación en la producción de un alimento y medicinal ancestral*. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México. 78 pp.
46. Medina Robles, V. M., Velasco Santamaría, Y. M. y Cruz Casallas, P. E. (2006) Los bancos de recursos genéticos y su papel en la conservación de la biodiversidad Orinoquia, *Universidad de los Llanos Meta*, 10, (1), 71-77
47. Méndez Espinoza, C., García Nieto, E., Montoya Esquivel, A., Montiel González, M., Velasco Bautista, E., Calderón Ezquerro, C. y Juárez Santacruz, L. (2013). Antigenotoxic potential of aqueous extracts from the chanterelle mushroom, *Cantharellus cibarius* (higher Basidiomycetes), on human mononuclear cell cultures. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 15(3), 325-32.
48. Moreno Fuentes, A. y Garibay Orijel, R. (2014). La etnomicología en México. Una introducción al estado del arte en A. Moreno-Fuentes y R. Garibay-Orijel (Ed.) *La*

etnomicología en México. Estado del Arte. Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural (CONACyT), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Biología (UNAM), Sociedad Mexicana de Micología, Asociación Etnobiológica mexicana, AC-Grupo Interdisciplinario para el Desarrollo de la Etnomicología en México, Sociedad Latinoamericana de Etnobiología. México.

49. Moreno Fuentes, A., Garibay-Orijel, R., Tovar-Velasco, J. y Cifuentes, J. (2001). Situación actual de la Etnomicología en México y el mundo. *Etnobiología* 1, 75-84.
50. MR. (2022). Comentario de Honguero
51. Mukerji, K. G., Manoharachary, C., y Chamola, B. P. (Eds.). (2002). Techniques in mycorrhizal studies. *Springer Science & Business Media*.
52. Nieto Juárez, J. I., Cuzcano Ruíz, Á. D., y Reyes-López, W. A. (2019). Estudio preliminar de la composición nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en pulpa de café. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(4), 422-431.
53. Ortega, F. y Escaso, F. (2012). *Diversidad Vegetal*. UNED, Ciencias Ambientales.
54. PAOT. (2013) La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México. Perturbación, agudo y crónico.
55. Panizo, M. M., Reviákina, V., Montes, W. y González, G. (2005). Mantenimiento y preservación de hongos en agua destilada y aceite mineral. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 25(1), 35-40. Recuperado en 07 de marzo de 2023, de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131525562005000100007&lng=es&tlng=es.
56. Pereira, G, Campos, J. L, Chávez, D, Anabalón, L, & Arriagada, C. (2014). Characterization of mycelial growth of ectomycorrhizal fungus *Lactarius aff. deliciosus* and its symbiosis with *Pinus radiata*. *Quebracho (Santiago del Estero)*, 22(1), 30-39. Recuperado en 11 de mayo de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262014000100004&lng=es&tlng=en.
57. Quiñonez Martinez, M., Carreón, E. y Silvestre, P. (2022) Hongos Silvestres de la Sierra Tarahumara Guía de campo. Proyecto PROCODES/2357/2022 APFF

Papigochic, Protección de la Fauna mexicana, A.C., Proyecto Agrobiodiversidad Mexicana. 80p.

58. Ramírez Cruz, V., Guzmán, G. y Ramírez-Guillén, F. (2006) [Las especies del género Psilocybe conocidas del estado de Oaxaca, su distribución y relaciones étnicas.](#) *Revista Mexicana de Micología*, (23), 27-36
59. Reveles Torres, L. R. y Velásquez Valle, R. (2017). Patrimonio fitogenético: Banco de germoplasma de semillas ortodoxas del Campo Experimental Zacatecas. Folleto Técnico Núm 81. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 44 páginas.
60. Rodríguez Villacis, S. D. P. (2018). Relación entre la población de hongos micorrízicos arbusculares nativos con *Meloidogyne* spp. en plantaciones de café (*Coffea arabica*) en tres provincias de la Región San Martín, 2017.
61. Romano, G. M., Grassi, E. M., Majul, L. M., García, R. A. y Kuhar, J. F. (2020). *Guía ilustrada de recolección de hongos.*
62. Ruan-Soto, F. y Ordaz-Velázquez, M. (2016). Aproximaciones a la Etnomicología Maya. *Revista pueblos y fronteras digital*, 10(20), 44-69.
63. Ruan-Soto, F. (2017). 50 años de etnomicología en México. *Lacandonia*, 1(1), 97-108.
64. Salmones, D., y Mata, G. (2012). Ceparios de hongos de México. *Hongos Comestibles y Medicinales en Iberoamérica, investigación y desarrollo en un entorno multicultural*. México DF, México. INECOL-ECOSUR, 69-77.
65. Salmones, D. y Mata, G. (2017). El Cepario de Hongos del Instituto de Ecología, A.C. Vol. 1 Cap. 8. Instituto de Ecología, A. C. Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, Instituto de Ecología, A. C Xalapa, Veracruz, México.
66. Sánchez, A., Rascón, A., Vargas, G., y Esqueda, M. (2020). Viabilidad de cepas nativas de ambientes áridos de *Ganoderma* spp. bajo diferentes condiciones de conservación. *Scientia fungorum*, 50.
67. Sánchez, J. E., y Mata, G. (2012). Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica: investigación y desarrollo en un entorno multicultural. *Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica: investigación y desarrollo en un entorno multicultural*.

68. Segueda, A. N., Correa, G. V., Blanco, J. L., y Gamino, M. D. L. R. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *Contacto S*, 80, 29-37.
69. SEMARNAT. (2016) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Parque Nacional la Malinche.
70. Silva, M. T. P. y Cardona, C. C. (2021). La Etnobiología en México vista a la luz de las instituciones de investigación. *ETNOBIOLOGÍA*, 19(1), 6-28.
71. Suárez Arango, C. (2010). Obtención in vitro de micelio de hongos comestibles, shiitake (*Lentinula edodes*) y orellanas (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla. *Departamento de Química*.
72. Zamorano, S. M. B., Avilés, R. P., Flores, J. L. A., García, G. A., Espejel, B. O., y Ramírez, M. M. (2021). Patrimonio biocultural como alternativa sustentable en el Parque Nacional Malintzin, Tlaxcala, México. *RD-ICUAP*, 7(20), 156-173.

XVIII. ANEXOS.



Instituto de Ciencias Trabajo Etnomicológico

Fecha: _____

Nombre: _____ Género: F: ___ M: ___ O: ___

Ocupación: _____

Lugar de nacimiento: _____ Edad: _____

Objetivo: Obtener información sobre los conocimientos etnomicológicos en San Miguel Canoa Puebla, teniendo en cuenta las variables sociales, culturales y ambientales.

Encuesta dirigida a la comunidad

- 1.- Además de la recolección de hongos por temporada, ¿qué otras labores realizan para subsistir de manera económica?
- 2.- ¿Usted tiene conocimientos tradicionales sobre el consumo de los hongos?
- 3.- ¿De qué manera obtuvo dichos conocimientos?
- 4.- ¿Quién le enseñó estos conocimientos?
- 5.- ¿Usted consume hongos?
- 6.- ¿Utiliza los hongos de manera medicinal, alimenticia o alucinógena?
- 7.- En caso de utilizar de manera medicinal o alucinógena, ¿cuál es la manera en que los consume?
- 8.- ¿Cuáles son los hongos que llega a utilizar de manera medicinal/alucinógena/comestible?
- 9.- ¿Usted le compra a los hongueros? (En caso de no ser un honguero el encuestado).
- 10.- ¿Ha notado una disminución en el crecimiento de los hongos en la Malinche? con que lo relaciona (En caso de ser un honguero el entrevistado).