



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN**  
**CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE HONGOS MACROMICETOS Y SU**  
**CONTRIBUCIÓN A LA SOSTENIBILIDAD EN DOS SISTEMAS**  
**AGROFORESTALES DEL CANTÓN IBARRA.”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIÉRO FORESTAL**

**Línea de investigación:** Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

**Autor:** Hernández Hidrobo Angie Belén

**Director:** Ing. Mario José Añezco Romero PhD.

Ibarra -Noviembre – 2024



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1005030463		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Hernández Hidrobo Angie Belén		
DIRECCIÓN:	Ibarra		
EMAIL:	abhernandezh@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062923124	TELF. MOVIL	0990377716
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	"Análisis de la diversidad de hongos macromicetos y su contribución a la sostenibilidad en dos sistemas agroforestales del cantón Ibarra."		
AUTOR (ES):	Hernández Hidrobo Angie Belén		
FECHA: AAAAMMDD	22-11-2024		
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN			
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal		
DIRECTOR:	Ing. Mario José Añazco Romero PhD.		

**CONSTANCIA**

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidadesobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamaciónpor parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días, del mes de noviembre de 2024

**EL AUTOR:**

.....

Nombre: Hernández Hidrobo Angie Belén

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Ibarra, 22 de noviembre de 2024

Ing. Mario José Añezco Romero PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

MARIO JOSE  
ANAZCO ROMERO

Firmado digitalmente por  
MARIO JOSE ANAZCO ROMERO  
Fecha: 2024.11.22 14:52:51  
-05'00'

*Ing. Mario José Añezco Romero PhD.*

*C.C.:0701574329*

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular “Análisis de la diversidad de hongos macromicetos y su contribución a la sostenibilidad en dos sistemas agroforestales del cantón Ibarra.” elaborado por Hernández Hidrobo Angie Belen, previo a la obtención del título del, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

MARIO JOSE ANAZCO ROMERO

Firmado digitalmente por  
MARIO JOSE ANAZCO ROMERO  
Fecha: 2024.11.22 14:53:06  
-05'00

*Ing. Mario José Añezco Romero. PhD.*

C.C.: 0701574329



Firmado electrónicamente por:  
GUILLERMO DAVID  
VARELA JACOME

*Ing, Guillermo David Varela Jácome Mgs.*

C.C.: 1003648712

## DEDICATORIA

Dedico esta investigación con todo mi amor y profundo agradecimiento a mi buen Dios, por su constante apoyo, por nunca dejarme sola y por ser mi amigo fiel en cada paso de este camino. Gracias por llenarme de fuerza, inteligencia y sabiduría para superar los desafíos que se presentaron. En los momentos de mayor incertidumbre, siempre has sido mi refugio, dándome el valor para seguir adelante, incluso cuando todo parecía difícil.

Tu presencia ha sido mi mayor consuelo, y sé que siempre estás a mi lado, escuchando mis oraciones y dándome paz en medio de la tormenta. Por eso, te agradezco de corazón. "En las horas más tristes, cuando todos me dejen, oh Dios mío, y el alma esté por penas abatida. Mi buen Jesús, en Ti confío."

Este logro es también tuyo, Señor, porque has sido mi guía, mi fortaleza y mi esperanza inquebrantable. Sin Ti, nada de esto sería posible.

Dedico esta investigación a mi querida madre, quien, con su inmenso amor, fortaleza inquebrantable y valentía, me guio y me permitió seguir adelante en mis estudios. Su ejemplo de perseverancia y dedicación me dio la fuerza para superar cada obstáculo que encontré en el camino, y su apoyo incondicional fue la luz que me acompañó en los momentos más difíciles.

Sé que desde el cielo compartes esta alegría conmigo, y siempre llevo en el corazón el deseo de honrarte. Todo lo que soy es fruto de tu amor y tu apoyo constante, y mi mayor compromiso es que cada paso que doy te haga sentir orgullosa.

Todo el amor que esperé en la vida lo encontré solo en ti. Te amo, eternamente Maggy Hidrobo.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a INABIO (Instituto Nacional de Biodiversidad) y a la Ing. Rosa Batallas, por permitirme realizar las respectivas identificaciones para esta investigación, y a Ing. Arroyo, a Novopan, por permitirme la oportunidad de llevar a cabo mi investigación en su predio.

A ti, que estuviste a mi lado en cada paso de este proceso, compartiendo conmigo y brindándome tu apoyo incondicional, quiero agradecerte de todo corazón. Tu compañía y aliento me dieron la fuerza para continuar, y cada logro también es fruto de tu confianza en mí.

Agradezco profundamente al equipo del Diplomado de Micología (programa especializado en el estudio de hongos), por permitirme aprender de ellos y enriquecer mi conocimiento con valiosas experiencias.

Agradezco al docente y amigo Ing. Guillermo Varela, a mis docentes por ser una pieza fundamental en mi desarrollo estudiantil.

Finalmente, quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Ing. Mario Añazco por haber confiado en mí y brindarme la oportunidad de vivir esta experiencia tan valiosa y enriquecedora. Su apoyo y confianza han sido fundamentales en este camino, y siempre llevaré conmigo las lecciones y aprendizajes que me ha permitido alcanzar.

## RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se centra en la diversidad de hongos macromicetos y su relevancia para la sostenibilidad en dos sistemas agroforestales del cantón Ibarra. Se llevaron a cabo identificaciones de especies de hongos en un sistema agrosilvícola, que incluye especies forestales y (*Coffea spp.*), y en un sistema silvopastoril del cantón Ibarra, provincia de Imbabura al norte del Ecuador. En el sistema agrosilvícola se identificaron 4 especies de hongos, mientras que el sistema silvopastoril presentó 10 especies, destacándose *Suillus luteus* como la especie dominante. Mediante muestreos, técnicas de recolección, análisis taxonómico, encuestas y entrevistas se evaluó la importancia social, económica y ecológica de estos hongos en las comunidades locales. Los hallazgos revelan que la comercialización de hongos aporta hasta el 50% de los ingresos familiares en algunas comunidades, fortaleciendo la economía local y diversificando las fuentes de sustento. Estos hongos no solo contribuyen a la biodiversidad, sino que también representan una fuente importante de ingresos para las familias rurales, fortaleciendo la economía local. Más allá de su contribución ecológica, los hongos macromicetos desempeñan un papel vital en el desarrollo económico sostenible de las comunidades. Su recolección y comercialización ofrecen oportunidades para mejorar la calidad de vida de las personas, diversificando sus ingresos y promoviendo la resiliencia económica. Asimismo, se resalta la necesidad de implementar prácticas de manejo sostenible que aseguren la conservación de esta biodiversidad fúngica, permitiendo un uso responsable y beneficioso para las comunidades. El aprovechamiento sostenible de los hongos macromicetos es esencial no solo para mantener el equilibrio ecológico de los sistemas agroforestales, sino también para garantizar un desarrollo económico duradero y equitativo en las zonas rurales.

**Palabras clave:** Taxonomía, Resiliencia, Muestreos, Especies, Fungí

## ABSTRACT

The research focuses on the diversity of macromycete fungi and their relevance to sustainability in two agroforestry systems in the canton of Ibarra. Fungal species were identified in an agroforestry system, which includes forest species and (*Coffea spp.*), and in a silvopastoral system in the canton of Ibarra, Imbabura province, in northern Ecuador. Four fungal species were identified in the agroforestry system, while the silvopastoral system presented 10 species, with *Suillus luteus* standing out as the dominant species. Through sampling, collection techniques, taxonomic analysis, surveys, and interviews, the social, economic, and ecological importance of these fungi to local communities was evaluated. The findings reveal that the commercialization of fungi contributes up to 50% of family incomes in some communities, strengthening the local economy and diversifying sources of livelihood. These fungi not only contribute to biodiversity but also represent a significant source of income for rural families, boosting the local economy. Beyond their ecological contribution, macromycete fungi play a vital role in the sustainable economic development of communities. Their collection and commercialization provide opportunities to improve people's quality of life, diversify their incomes, and promote economic resilience. Additionally, the need to implement sustainable management practices that ensure the conservation of this fungal biodiversity is emphasized, allowing for its responsible and beneficial use by communities. The sustainable use of macromycete fungi is essential not only for maintaining the ecological balance of agroforestry systems but also for ensuring durable and equitable economic development in rural areas.

**Keywords:** Taxonomy, Resilience, Sampling, Species, Fungi



## **LISTA DE SIGLAS**

**INABIO:** Instituto Nacional de Biodiversidad.

**PFNM:** Productos Forestales No Maderables.

**IMB:** Instituto de Investigación en Biodiversidad.

**UTM:** Universal Transverse Mercator.

**GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado.

**GPS:** Global Positioning System.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

IDENTIFICACION DE LA OBRA.....	2
CONSTANCIA .....	2
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....	3
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR .....	4
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR .....	5
DEDICATORIA.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
AGRADECIMIENTO.....	9
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE TABLAS	
INTRODUCCIÓN .....	16
Problemática a investigar.....	16
Formulación del problema de investigación.....	17
Justificación.....	18
Objetivos .....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos .....	19
Preguntas de investigación: Hipótesis .....	19
CAPITULO I.....	20
MARCO TEORICO.....	20
1.1.    Hongos Macromicetos .....	20
1.1.1.  Taxonomía de hongos macromicetos.....	20
1.1.2.  Morfología de hongos macromicetos .....	22
1.1.2.1.  Diversidad Morfológica.....	23
1.1.2.2.  Adaptaciones Ambientales:.....	23
1.1.2.3.  Gama de Colores y Texturas:.....	23
1.1.2.4.  Comestibilidad y Toxicidad.....	23
1.1.2.5.  Ciclo de Vida y Reproducción: .....	23
1.1.2.6.  Relaciones Simbióticas: .....	23
1.1.2.7.  Adaptación a Estacionalidades:.....	23
1.1.3.  Clasificación de hongos macromicetos.....	24
1.1.3.1. <i>Conocybe apala</i> .....	24
1.1.3.2. <i>Suillus</i> : .....	24
1.1.3.3. <i>Laccaria laccata</i> : .....	24
1.1.3.4. <i>Leccinum</i> : .....	24
1.1.3.5. <i>Lycoperdon</i> : .....	24

1.1.3.6. <i>Agrocybe paludosa</i> .....	25
1.1.4. Factores que influyen en la diversidad de hongos macromicetos.....	25
1.1.4.1 Hábitat y Microentorno.....	25
1.1.4.2. Niveles de Humedad.....	25
1.1.4.3. Condiciones del Entorno .....	25
1.1.4.4. Altitud: .....	25
1.1.4.5. Disponibilidad de Nutrientes .....	26
1.1.4.6. Interacciones Biológicas .....	26
1.1.4.7. Adaptaciones Específicas.....	26
1.1.5. Importancias de hongos macromicetos en sistemas agroforestales .....	26
1.1.6. Aporte de los hongos macromicetos a la sostenibilidad .....	27
1.1.7. Aporte de hongos macromicetos para la sostenibilidad de sistemas agroforestales y silvícolas .....	28
1.1.7.1. Los hongos en Ecuador.....	29
1.1.8. Diversidad de hongos macromicetos en Ecuador.....	29
<b>CAPITULO II</b> .....	31
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	31
2.1. Tipo de investigación .....	31
2.2. Ubicación del lugar .....	31
2.2.1. Política.....	31
2.2.2. Geográfica .....	32
2.2.2.1. Parroquia rural Angochagua “La Magdalena” .....	32
2.2.2.2. Campus experimental Yuyucocha .....	33
2.2.3. Límites.....	33
2.2.3.1. Parroquia Angochagua La Magdalena.....	33
2.2.3.2. Sistema agroforestal en Campus experimental Yuyucocha.....	34
2.3. Caracterización edafoclimática del lugar.....	34
2.3.1. Suelo.....	34
2.3.1.1. Campus Experimental Yuyucocha .....	34
2.3.1.2. Parroquia Angochagua La Magdalena .....	34
2.3.2. Clima.....	34
2.3.2.1. Parroquia Angochagua .....	34
2.3.2.2. Campus Experimental Yuyucocha .....	34
2.4. Materiales, equipos y software.....	35
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos.....	36
2.5.1. Universo- población.....	36
2.5.1.1 Campus experimental Yuyucocha .....	36
2.5.1.2 La Magdalena Parroquia Angochagua.....	36
2.5.2 Tamaño de la muestra .....	36
2.5.3 Muestreo .....	36

2.6.	Fase 1. Identificación de especies de hongos macromicetos presentes en el sistema silvopastoril La Magdalena y sistema agrosilvícola en el Campus Yuyucocha.....	36
2.6.1.	Instalación de las parcelas de campo .....	36
2.6.2.	Trabajo de gabinete .....	37
2.6.2.1.	Parroquia Angochagua “La Magdalena” .....	37
2.6.2.2.	Campus Experimental Yuyucocha .....	38
2.6.2.3.	Directrices utilizadas para la recolección de hongos .....	39
2.6.3.	Selección de hongos macromicetos frescos .....	40
2.6.4.	Recolección de hongos macromicetos .....	40
2.6.5.	Descripción macroscópica .....	40
2.6.6.	Transporte de hongos Macromicetos .....	42
2.6.7.	Identificación de Hongos macromicetos .....	42
2.7.	Fase 2 Determinación de la importancia social económica y ecológica de las especies de hongos macromicetos presentes en dos sistemas agroforestales en el cantón Ibarra .....	42
2.7.1.	Usos y seguridad alimentaria .....	44
2.7.2.	Conocimiento Tradicional y Cultural.....	44
2.7.3.	Medicina y Salud .....	45
2.7.4.	Economía Local .....	45
2.7.5.	Turismo .....	45
2.7.6.	Conservación del Medio Ambiente.....	46
	CAPITULO III.....	47
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
3.1.	Estudio de la Taxonomía, Distribución y Diversidad de Hongos Macromicetos en Sistemas Silvopastoril y Agrosilvícola del Sector Pangaladera y Yuyucocha.....	47
3.1.1.	Sistemas Silvopastoril.....	47
3.1.1.1	Taxonomía de Hongos Macromicetos en el sistema silvopastoril de pino ( <i>Pinus patula</i> ) y pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ) en el sector Pangaladera, parroquia la Esperanza	47
3.1.1.2	Distribución hongos macromicetos en el sistema silvopastoril de pino ( <i>Pinus patula</i> ) y pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ) en el sector Pangaladera, dentro de la plantación La Magdalena .....	50
3.1.1.3	Diversidad de especies en el sistema silvopastoril de pino ( <i>Pinus patula</i> ) y pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ) en el sector Pangaladera, plantación La Magdalena .....	52
3.1.2.	Sistema Agrosilvícola .....	53
3.1.2.1	Taxonomía de Hongos Macromicetos en el sistema agrosilvícola que involucra especies forestales y 3 variedades café ( <i>Coffe. spp.</i> ) en el campus experimental Yuyucocha .....	53
3.1.2.2	Distribución de Hongos Macromicetos en el sistema agrosilvícola que involucra especies forestales y 3 variedades café ( <i>Coffea spp.</i> ) en el campus experimental Yuyucocha.....	55
3.1.2.3	Diversidad de especies en el sistema agrosilvícola que involucra especies forestales y café ( <i>Coffea spp.</i> ) en el campus experimental Yuyucocha .....	57
3.2.	Contribución Social, Económica y Ecológica de los Hongos Macromicetos en Comunidades Rurales.....	58

3.2.1. Contribución Social .....	58
3.2.1.1. Impacto social del cultivo de hongos macromicetos en comunidades .....	58
3.2.1.2. Conocimientos Locales sobre el Manejo y Procesamiento de Hongos.....	60
3.2.1.3. Importancia de los hongos en la alimentación y nutrición de la comunidad .....	62
3.2.1.4. Impacto de los hongos en la mejora de la calidad de vida .....	64
3.2.1.5. Percepción de los beneficios nutricionales de los hongos.....	66
3.2.2 Contribución económica .....	68
3.2.2.1. Importancia Económica de los Hongos Macromicetos .....	68
3.2.2.2. Valoración de los hongos como fuente de ingresos sostenibles .....	69
3.2.2.3. Importancia de los hongos en la economía local .....	72
3.2.3. Contribución Ecológica.....	73
3.2.3.1 Importancia Ecológica de los Hongos Macromicetos .....	73
3.2.3.2 Contribución a la Biodiversidad.....	74
3.2.3.3. Relaciones Simbióticas .....	74
CAPÍTULO IV .....	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	76
4.1. Conclusiones .....	76
4.2. Recomendaciones.....	76
Bibliografía .....	77
Anexos .....	87

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Morfología de los Hongos. Guicalpi et al., (2020)</i> .....	22
<b>Tabla 2</b> <i>Materiales, equipos e insumos a utilizarse</i> .....	35
<b>Tabla 3</b> <i>Características morfológicas</i> .....	41
<b>Tabla 4</b> <i>Descripción taxonómica de los hongos macromicetos encontrados en el sistema silvopastoril de la plantación la Magdalena</i> .....	48
<b>Tabla 5</b> <i>Descripción taxonómica de los hongos macromicetos encontrados en el sistema silvopastoril de la plantación de café en la Campus experimental Yuyucocha</i> .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del área de estudio Parroquia Angochagua “La Magdalena”	32
<b>Figura 2.</b> Mapa de ubicación del área de estudio Campus Experimental Yuyucocha ...	34
<b>Figura 3.</b> Distribución de las parcelas en un polígono” La Magdalena”	38
<b>Figura 4.</b> Distribución de las parcelas en un polígono” (Coffea spp.) Yuyucocha”	39
<b>Figura 5.</b> Distribución de las especies encontradas en la plantación La Magdalena, dentro del sistema de Pinus patula.	51
<b>Figura 6.</b> Distribución de las especies encontradas en la plantación el sistema agrosilvícola, que involucra especies forestales y café (Coffea) en la granja experimental Yuyucocha.....	56
<b>Figura 7.</b> Distribución de ingreso familiar en la comunidad de Pesillo.....	58
<b>Figura 8.</b> Tabla de reducción de volumen de hongos Porcentaje en Volumen.....	61
<b>Figura 9.</b> Importancia de los hongos en la alimentación y nutrición a partir de diferentes grupos.	63
<b>Figura 10.</b> Importancia de los hongos en la mejora de calidad de vida a partir de diferentes grupos	65
<b>Figura 11.</b> Importancia de los hongos en percepción de los beneficios nutricionales a partir de diferentes grupos	67
<b>Figura 12.</b> Evolución del Precio del Hongo (1986-2024)	70
<b>Figura 13.</b> Valoración de los hongos en diferentes grupos de la comunidad y sociedad.	71
<b>Figura 14.</b> Importancia de los hongos en la economía local a partir de diferentes grupos.	73

## INTRODUCCIÓN

### Problema de Investigación

#### Problemática a investigar.

En Ecuador, la investigación sobre hongos macromicetos ha sido limitada debido a la escasa de atención hacia la micología y las dificultades ambientales y geográficas que enfrentan los investigadores. La topografía variada y los diferentes climas del país dificultan el acceso a regiones biodiversas como los Andes y la Amazonía, lo que impide realizar estudios exhaustivos. Además, en Ecuador la diversidad fúngica es grande, por ello, se puede dificultar la focalización de un grupo en particular como los son los hongos macromicetos.

Existen varios factores a considerar por la escasa información de hongos macromicetos; la identificación errónea puede traer el uso indebido que puede causar daños a la salud de las personas. Por ejemplo: envenenamiento, reacciones alérgicas, adicción. Además, su sobre aprovechamiento puede causar daño ecológico, pérdida de diversidad y desperdicio de recursos.

Existen varios hongos macromicetos que han sido domesticados y utilizados para el consumo humano. Sin embargo, la identificación incorrecta de estos hongos puede llevar a intoxicaciones graves o reacciones alérgicas, ya que algunas especies contienen toxinas peligrosas. Las toxinas presentes en ciertos hongos pueden afectar órganos vitales como el hígado y los riñones, causando insuficiencia hepática o renal, y en algunos casos, la ingesta de pequeñas cantidades puede ser letal. Especies como *Amanita phalloides* (conocida como la "cicutu verde" o "death cap") y *Galerina marginata* contienen amatoxinas, que son responsables de la mayoría de los casos fatales por envenenamiento con hongos (North American Mycological Association. , 2023)



La identificación incorrecta de los hongos macromicetos puede llevar al desaprovechamiento de recursos ya que estos son una fuente valiosa de alimentos. Además, puede tener un impacto negativo en el ambiente ya que la recolección excesiva o innecesaria puede llevar a afectar la composición orgánica y simbiótica de los agroecosistemas forestales.

El problema que se aborda en la investigación se relaciona con la escasa información actualizada y detallada sobre las especies de hongos macromicetos presentes en dos sistemas agroforestales del cantón Ibarra. Esta carencia de conocimiento limita la capacidad de identificar y utilizar los hongos presentes en estos sistemas, según su función en los ecosistemas y su posible valor económico, ecológico y social. Varias especies de hongos no identificadas generan confusiones al momento de su uso; por ejemplo, hongos alucinógenos son utilizados en la alimentación humana, El uso inadecuado de hongos tóxicos o psicoactivos puede provocar intoxicaciones o efectos adversos en las personas, ya que muchas especies no están correctamente catalogadas en estas áreas agroforestales. En consecuencia, el objetivo de esta investigación consiste en identificar las especies de hongos macromicetos presentes en los sistemas agroforestales del cantón Ibarra, con el propósito de incrementar el conocimiento sobre la diversidad, distribución y potencial uso de estos hongos. Esto permitirá implementar medidas de conservación adecuadas y fomentar su aprovechamiento de manera sostenible.

### **Formulación del problema de investigación.**

La escasa investigación científica con respecto al desarrollo y crecimiento de los hongos macromicetos en sistemas agroforestales del cantón Ibarra ha sido insuficiente para emprender en procesos productivos. Además, esta falta de estudios también limita la posibilidad de evaluar la sostenibilidad del uso de estas especies en dichos sistemas. Conocer su sostenibilidad es fundamental para evitar la sobreexplotación y garantizar un manejo adecuado que permita

aprovechar los hongos tanto en términos económicos como ecológicos, sin poner en riesgo su preservación a largo plazo.

### **Justificación**

Tener información precisa sobre las especies de hongos macromicetos presentes en los sistemas agroforestales del cantón Ibarra, provincia de Imbabura, permitirá comprender mejor su función en los ecosistemas y su posible valor económico social y ecológico. Al conocer las especies a las que se hace referencia, se podrán explorar oportunidades de comercialización y aprovechamiento óptimo de los hongos, lo que contribuirá a la eficiencia y sostenibilidad de estos sistemas agroforestales.

Determinar las especies de hongos macromicetos es relevante para evaluar la composición y estructura de los sistemas agroforestales. Los hongos actúan como indicadores de la salud y biodiversidad de los ecosistemas, por lo tanto, su presencia y diversidad son un reflejo de la calidad y equilibrio de estos sistemas.

Este estudio se centra en la necesidad de contar con información actualizada y detallada sobre las especies de hongos macromicetos en dos sistemas agroforestales del Cantón Ibarra. Esto permitirá aumentar el conocimiento sobre la diversidad, distribución y potencial uso de estos hongos, así como implementar medidas de conservación adecuadas y promover su aprovechamiento de manera sostenible a través de este estudio, se espera contribuir a la mejora de los sistemas agroforestales de la provincia y promover su desarrollo sostenible.

Varias especies de hongos macromicetos tiene una gran importancia regional gracias a que es altamente valorado en la gastronomía. En muchas regiones como la parroquia la Esperanza se realiza la recolección y comercio de estos, tienen un impacto significativo en la economía local ya que genera grandes oportunidades económicas en las comunidades.

Conocer la diversidad de hongos en diferentes regiones del mundo permitirá entender mejor cómo interactúan con los cultivos y árboles, así como sus implicaciones para la salud y productividad del agroecosistema. Estos conocimientos pueden ser aplicados en prácticas de manejo agrícola más sostenibles y respetuosas con el ambiente, promoviendo un equilibrio entre la producción agrícola y la conservación de la biodiversidad.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar la diversidad de hongos macromicetos y su contribución a la sostenibilidad de dos sistemas agroforestales en el cantón Ibarra, en la provincia de Imbabura.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las especies de hongos macromicetos presentes en un sistema agrosilvícola que involucra especies forestales y café (*Coffea spp.*), así como en un sistema silvopastoril de pino (*Pinus patula*) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el cantón Ibarra.
- Evaluar la importancia social, económica y ecológica de las especies de hongos macromicetos identificadas en ambos sistemas agroforestales.

### **Preguntas de investigación: Hipótesis**

- ¿Cuál son los hongos macromicetos presentes en un sistema agrosilvícola que involucra especies forestales y tres especies de café (*Coffea spp.*), así como en un sistema silvopastoril de pino (*Pinus patula*) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el cantón Ibarra?
- ¿Cuál es la importancia social, económica y ecológica de las especies de hongos macromicetos identificadas en dos sistemas agroforestales en el cantón Ibarra?

## CAPITULO I

### MARCO TEORICO

#### 1.1 Hongos Macromicetos

Los Macromicetos, un término derivado de la combinación de "macro" (denotando grande y visible) y "miceto" (haciendo referencia a hongo), encapsulan una rica variedad de formas, tamaños y hábitats de hongos. Desde setas que emergen en los bosques hasta discretos hongos que colonizan suelos específicos, estos organismos revelan una diversidad sorprendente. No obstante, su denominador común reside en esa capacidad única para estructurarse de manera evidente y funcional (Alonso, 2012).

Al abordar las características fundamentales de los hongos, se encontró, en primer lugar, con su estructura filamentosa, una red intrincada de hifas que constituye la base de su morfología. En segundo lugar, la reproducción por esporas revela un intrincado ciclo de vida, donde la dispersión y la adaptación son clave. En tercer lugar, su nutrición heterótrofa revela una dependencia de la materia orgánica, ya sea en descomposición o adquirida de otros seres vivos Corporación de fomento de la producción (CORFO, 2014).

Es relevante destacar que los macromicetos son organismos eucariotas, compartiendo similitudes estructurales con otros miembros del reino fungí, pero presentando notables variaciones que los distinguen. La ausencia de clorofila y la presencia de quitina en su pared celular son rasgos definitorios que delinear su identidad única (Alonso, 2012).

##### *1.1.1 Taxonomía de hongos macromicetos*

Los hongos son organismos que se componen de hifas y micelios enraizados en el suelo, con una parte aérea llamada talo que sobresale y estructuras complejas donde se forman las esporas. Además, según Tablada, (1983), la clasificación de los hongos macromicetos se

fundamenta en organizar estos seres en categorías jerárquicas, que van desde divisiones hasta especies. A continuación, se presenta una explicación detallada de la taxonomía de los hongos macromicetos:

**Tabla 1.**

*Taxonomía de los Hongos. Guicalpi et al,(2020).*

---

<i>Reino Fungí</i>	Los hongos macromicetos forman parte del reino Fungí, que también incluye a organismos como mohos y levaduras. A diferencia de las plantas, estos hongos no realizan fotosíntesis y obtienen nutrientes descomponiendo materia orgánica (Alonso, 2012)
<i>División</i>	La mayoría de los hongos macromicetos pertenecen a esta división, caracterizada por la formación de esporas en basidios, presentes en las láminas o tubos de los carpóforos (Gomez & Gutierrez, 2014).
<i>Clase</i>	Integrada en la división Basidiomycota, esta clase abarca una amplia variedad de hongos macromicetos, incluyendo muchos comestibles y reconocidos (Batallas R., 2016)
<i>Familia</i>	Las familias específicas varían según el género del hongo. Por ejemplo, la familia Amanitaceae incluye hongos del género Amanita, mientras que la familia Tricholomataceae comprende hongos de géneros como Tricholoma (Alonso, 2012)
<i>Género</i>	Cada género agrupa especies de hongos con características similares. Ejemplos de géneros incluyen Amanita, Boletus, Russula, entre otros.
<i>Especie:</i>	La especie, definida como organismos capaces de reproducirse entre sí, constituye la unidad más baja en la taxonomía (Amanita muscaria es un ejemplo). Los avances en técnicas moleculares y genéticas han mejorado la clasificación de hongos macromicetos, revelando relaciones evolutivas. Aunque la morfología del carpóforo sigue siendo importante, la genética ha enriquecido nuestra comprensión de la diversidad y evolución de estos organismos. Según Mata (2003), los cuerpos fructíferos de los macro hongos de Ascomycota pueden presentar rasgos distintivos como una sección superior, superficie fértil, contexto y estípite (Batallas R. , 2016)

---

### 1.1.2. Morfología de hongos macromicetos

La estructura compleja del cuerpo fructífero define la morfología distintiva de los hongos macromicetos. A continuación, se presentan algunas de las características morfológicas comunes de estos hongos:

#### **Tabla 2**

*Morfología de los Hongos. Guicalpi et al., (2020)*

---

Carpóforo: Puede variar en forma, como setas o estructuras más complejas, dependiendo de la especie.

Láminas o Hay una región especializada para la producción de esporas, que puede presentarse

Tubos: como láminas debajo del sombrero o en forma de tubos en otros casos.

Basidios: La producción de esporas ocurre en estructuras denominadas basidios, células especializadas presentes en las láminas o tubos.

Esporas: Las esporas, unidades reproductivas de los hongos, se generan en los basidios y pueden variar en forma, tamaño y color según la especie.

Estípite: Funciona como el "tallo" que sostiene el sombrero o la región de esporulación.

Anillo o Se encuentran estructuras como anillos o velos alrededor del estípite, cumpliendo

Velos funciones protectoras durante su desarrollo.

Contexto: El contexto se refiere al tejido interno del carpóforo y puede variar en textura y color, mostrando firmeza o suavidad según la especie.

Superficie del Sombrero: La superficie del sombrero exhibe diversas características, como texturas, colores y la presencia de escamas o fibrillas

---

Sombrero:

#### **1.1.2.1. Diversidad Morfológica:**

Desde las clásicas setas con tallos y sombreros hasta formas más extravagantes, como los hongos coralinos o aquellos con estructuras tubulares en ciertos géneros (Batallas, 2020)

#### **1.1.2.2. Adaptaciones Ambientales:**

La variabilidad de hábitats, desde bosques hasta praderas y suelos húmedos, y las asociaciones simbióticas con raíces de plantas, contribuyen a su diversidad (Batallas, 2020)

#### **1.1.2.3. Gama de Colores y Texturas:**

Los carpóforos presentan variados colores, desde tonos terrosos hasta vibrantes, junto con diversas texturas, desde superficies lisas hasta aquellas con escamas o fibrillas (Bolívar *et al.*, 2009).

#### **1.1.2.4. Comestibilidad y Toxicidad:**

La diversidad se refleja en la comestibilidad, siendo algunos hongos apreciados en la cocina, mientras que otros son tóxicos y deben evitarse (Batallas, 2020)

#### **1.1.2.5. Ciclo de Vida y Reproducción:**

Estrategias reproductivas y ciclos de vida distintos, como la liberación masiva de esporas o estrategias especializadas, contribuyen a su diversidad (Alonso, 2012).

#### **1.1.2.6. Relaciones Simbióticas:**

Las relaciones simbióticas entre hongos macromicetos y otros organismos son esenciales para la salud de los ecosistemas y tienen un impacto significativo en la disponibilidad de nutrientes y la supervivencia de diversas especies (Alonso, 2012).

#### **1.1.2.7. Adaptación a Estacionalidades:**

La capacidad de adaptarse a cambios estacionales, fructificando en diferentes épocas del año, contribuye a la variabilidad estacional (García & Gómez, 2015).

### **1.1.3 Clasificación de hongos macromicetos**

#### **1.1.3.1. *Conocybe apala*:**

*Conocybe apala* es un hongo pequeño y delicado, con un sombrero cónico blanco y láminas de color beige que liberan esporas marrones claro. Aparece en césped y suelos ricos en materia orgánica tras lluvias. No es comestible (CORFO, 2014).

#### **1.1.3.2. *Suillus*:**

*Suillus* es un hongo micorrízico de tamaño mediano, con sombrero viscoso de color marrón oscuro y un anillo blanco en el pie. Crece asociado a pinos en suelos ácidos y húmedos. Es comestible, pero requiere pelar la cutícula del sombrero antes de cocinarlo (FAO, 2020).

#### **1.1.3.3. *Laccaria laccata*:**

*Laccaria laccata* es un hongo pequeño con sombrero convexo de color marrón claro a rosado y láminas delgadas del mismo tono. Crece en suelos boscosos, formando micorrizas con árboles. Aunque no es tóxico, su consumo es poco frecuente (FAO, 2020).

#### **1.1.3.4. *Leccinum*:**

El género *Leccinum*, también conocido como ceps, porcini o hongos primavera, se caracteriza por tener un sombrero de forma convexa aplanada y un pie fornido y ancho. Son especies micorrícicas que se asocian principalmente con árboles coníferas, como los pinos (Batallas, 2020).

#### **1.1.3.5. *Lycoperdon*:**

*Lycoperdon* es un género de hongos con cuerpo fructífero esférico o en forma de pera, de color blanco a marrón claro. Crece en suelos ricos en materia orgánica, formando micorrizas con plantas. Algunas especies jóvenes son comestibles, pero su consumo debe hacerse con precaución (Batallas, 2020).



#### **1.1.3.6. *Agrocybe paludosa*:**

*Agrocybe paludosa* es un hongo de tamaño mediano, con sombrero marrón claro y láminas beige que oscurecen con la madurez. Crece en suelos húmedos y ricos en materia orgánica, especialmente en áreas pantanosas. Aunque no es tóxico, su consumo es poco frecuente (Burrola *et al*, 2012).

#### **1.1.4 Factores que influyen en la diversidad de hongos macromicetos**

La diversidad de hongos macromicetos se origina a partir de una compleja interacción de factores que van desde condiciones ambientales hasta aspectos genéticos y evolutivos. Estos elementos contribuyen a la variabilidad de especies y estructuras dentro de este fascinante grupo de organismos (Alonso, 2012)

##### **1.1.4.1 Hábitat y Microentorno**

Los hongos macromicetos exhiben preferencias por hábitats específicos, que van desde bosques húmedos hasta suelos áridos. La diversidad de microentornos, que incluye variaciones en suelo, humedad y vegetación, desempeña un papel clave en el alojamiento de diversas especies.

##### **1.1.4.2. Niveles de Humedad**

La presencia de humedad es crucial para el desarrollo de los hongos, ya que estos seres requieren agua para su crecimiento .

##### **1.1.4.3. Condiciones del Entorno**

Factores como la disponibilidad de nutrientes y la presencia de otros seres vivos tienen el potencial de influir en el crecimiento y la actividad de los hongos (Alonso, 2012).

##### **1.1.4.4. Altitud:**

La elevación, debido a las variaciones en temperatura y humedad en diferentes altitudes, también puede tener impacto en el desarrollo de los hongos (Alonso, 2012).

#### **1.1.4.5. Disponibilidad de Nutrientes**

La composición del suelo y la disponibilidad de nutrientes impactan directamente en la diversidad de hongos macromicetos. La formación de asociaciones simbióticas con especies forestales representa una estrategia común para obtener los nutrientes necesarios para su crecimiento (Alonso, 2012).

#### **1.1.4.6. Interacciones Biológicas**

La competencia y las interacciones con otros organismos también influyen en la distribución y abundancia de las especies (Alonso, 2012).

#### **1.1.4.7. Adaptaciones Específicas**

La evolución ha conferido adaptaciones específicas a algunos hongos macromicetos para sobrevivir en entornos particulares. Estas adaptaciones pueden incluir características morfológicas únicas o estrategias reproductivas especializadas (Anderson & Cairney, 2007).

### ***1.1.5. Importancias de hongos macromicetos en sistemas agroforestales***

Los hongos macromicetos, tanto simbióticos como saprobióticos, desempeñan un papel esencial en los sistemas agroforestales al interactuar con las plantas y contribuir a la salud del ecosistema (Alonso, 2012). Las asociaciones simbióticas, conocidas como micorrizas, mejoran la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas, mientras que los hongos reciben hidratos de carbono a cambio. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2019). Además, los hongos saprobióticos descomponen la materia orgánica, liberando nutrientes en el suelo que benefician a las plantas (Sanchez, 2023). Este proceso es crucial para los ciclos de carbono y otros nutrientes en los ecosistemas (CORFO, 2014). Los hongos macromicetos no solo tienen importancia ecológica, sino que también pueden tener valor económico y social, ya que algunas especies son comestibles y representan una fuente valiosa de nutrición (Sanchez, 2023).

### ***1.1.6. Aporte de los hongos macromicetos a la sostenibilidad***

Los hongos macromicetos desempeñan un papel esencial en la sostenibilidad de los ecosistemas, brindando beneficios significativos en los ámbitos social, económico y ecológico. Su participación fundamental en el ciclo de nutrientes, al descomponer la materia orgánica y liberar nutrientes valiosos para el suelo, no solo impulsa el crecimiento saludable de las plantas, como destaca (Alonso, 2012), sino que también genera impactos positivos en la calidad del suelo y, por ende, en la producción agrícola.

Desde la perspectiva social, los hongos macromicetos desempeñan un papel clave como fuente de alimento y nutrición en comunidades específicas, según evidencian los estudios de Hernandez *et al.*, (2021). La recolección y comercialización de estos hongos no solo refuerzan las prácticas culturales y alimenticias, sino que también generan oportunidades económicas locales, contribuyendo a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico sostenible.

En el ámbito económico, la creciente demanda de hongos macromicetos en mercados locales e internacionales ha impulsado oportunidades comerciales. La comercialización de especies apreciadas, como el *Boletus edulis*, no solo genera ingresos para los recolectores locales, sino que también puede promover el turismo micológico, beneficiando a las economías regionales.

Además, la relevancia de los hongos macromicetos se extiende a la esfera económica y tecnológica. Su papel en la biotecnología y la medicina, donde contribuyen a la producción de enzimas y la degradación de contaminantes, ofrece perspectivas innovadoras para la investigación y el desarrollo. Esta contribución no solo impulsa avances científicos, sino que también puede tener aplicaciones prácticas en la mejora de procesos industriales y la gestión ambiental (Alonso, 2012).

La participación de los hongos macromicetos va más allá de su función ecológica, involucrando dimensiones sociales y económicas. Desde fortalecer la seguridad alimentaria hasta impulsar la innovación en biotecnología, estos organismos se erigen como aliados esenciales en la construcción de comunidades más saludables y sostenibles. La preservación de su diversidad y la adopción de prácticas sostenibles resultan esenciales para mantener el equilibrio entre los aspectos ecológicos, económicos y sociales, promoviendo así un futuro armonioso para la biodiversidad y las comunidades.

### ***1.1.7. Aporte de hongos macromicetos para la sostenibilidad de sistemas agroforestales y silvícolas***

Los hongos macromicetos desempeñan un papel crucial en la sostenibilidad de los sistemas agroforestales y silvícolas, contribuyendo en aspectos económicos, sociales y de conservación de suelos.

Desde una perspectiva económica, los macromicetos tienen un alto valor debido a sus propiedades nutricionales y medicinales (Cano & Romero, 2016). Son considerados alimentos funcionales y su recolección y venta pueden contribuir a las economías locales. Según menciona, Mata *et al.*, (2015) algunos hongos macromicetos tienen potencial en la industria biotecnológica y farmacéutica, con aplicaciones en la producción de enzimas y en la degradación de contaminantes.

En el aspecto social, los hongos macromicetos son una fuente importante de alimento y nutrición en algunas comunidades, enriqueciendo la dieta de la población local. Además, su recolección y uso pueden tener un impacto sociológico en las creencias y prácticas culturales de las comunidades (Bermudez, 2023).

En cuanto a la conservación de suelos, los hongos macromicetos desempeñan un papel esencial en el ciclo de nutrientes. Descomponen la materia orgánica, liberando nutrientes en el

suelo que pueden ser utilizados por las plantas. Además, forman asociaciones simbióticas con las plantas, conocidas como micorrizas, que mejoran la absorción de agua y nutrientes, beneficiando la salud y desarrollo de los árboles. Su preservación es vital para la salud y resiliencia de los ecosistemas, y su diversidad puede ser un indicador de la calidad de un ecosistema, Guicalpi *et al.*, (2020).

#### **1.1.7.1. Los hongos en Ecuador**

Ecuador, con su ubicación geográfica diversa, alberga una biodiversidad rica de hongos macromicetos. Un estudio en la cuenca alta del río Oglán en Pastaza reveló índices de diversidad, similitud y valor de uso de macromicetos, resaltando la relevancia de la interacción entre estos hongos y las comunidades locales, como la etnia Kichwa.

Además, el país enfrenta desafíos y oportunidades específicas en cuanto a la diversidad de hongos macromicetos. La protección de la biodiversidad, la preservación de ecosistemas y la lucha contra especies invasoras son factores clave que afectan la diversidad micológica. La variabilidad de climas, desde la costa hasta la región amazónica y los Andes, proporciona hábitats diversos que contribuyen a la amplia variedad de especies presentes.

En los bosques templados de Ecuador, la recolección, identificación y comercialización de hongos silvestres comestibles no solo tienen importancia ecológica, sino también económica y cultural. La comprensión de estos factores resulta esencial para una gestión sostenible de la diversidad de hongos macromicetos en el contexto ecuatoriano (Granados & Torres, 2017).

#### ***1.1.8. Diversidad de hongos macromicetos en Ecuador***

En Ecuador, país reconocido por su biodiversidad, la presencia de hongos macromicetos es notable. Se estima que alrededor de 6.000 especies de hongos existen en el país, aunque solo se ha descrito aproximadamente el 10% de ellas. Esta diversidad se atribuye a la ubicación geográfica

del Ecuador, que abarca distintos ecosistemas y climas, desde la costa hasta la región amazónica y los Andes. Factores como la cantidad de lluvia, temperatura y humedad contribuyen a la variabilidad climática, propicia para el crecimiento de hongos (Alonso, 2012).

Dentro de las especies comunes en Ecuador se encuentran *Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Leccinum*, *Agaricus* y *Lactarius*, aunque también se albergan especies endémicas y raras, generando interés en micólogos y científicos. La importancia de esta diversidad se extiende más allá del ámbito ecológico, alcanzando dimensiones económicas y culinarias. Muchas especies desempeñan un papel crucial en la descomposición de materia orgánica y establecen simbiosis con plantas. Además, algunos hongos son apreciados en la cocina, tienen aplicaciones medicinales y contribuyen a la industria alimentaria Sanchez *et al.*, (2021).

La impresionante diversidad de hongos macromicetos abarca formas, tamaños, colores y adaptaciones variadas. Esta variabilidad se manifiesta en diversos aspectos.

## CAPITULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Tipo de investigación

- Enfoque o paradigma: La presente investigación se desarrolló de manera cuantitativa y cualitativa a fin de consolidar teorías existentes y confirmar posiblemente otras nuevas. Para ello, se realizó en función de los siguientes ítems.
- Aspiración objetivo o finalidad: Aplicativa
- Alcance o nivel de profundidad: Descriptiva
- Diseño de investigación: No experimental
- El tiempo: Sincrónico
- El lugar: Campo

#### 2.2 Ubicación del lugar

##### 2.2.1 Política

El área de estudio se encuentra en dos localidades:

- En la plantación “La Magdalena” de propiedad de la empresa NOVOPAN del Ecuador ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Angochagua, sector Pangaladera parroquia la Esperanza.
- El segundo en el Campus Experimental Yuyucocha ubicado en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Caranqui, sector Yuyucocha, predio de propiedad de la Universidad Técnica del Norte.

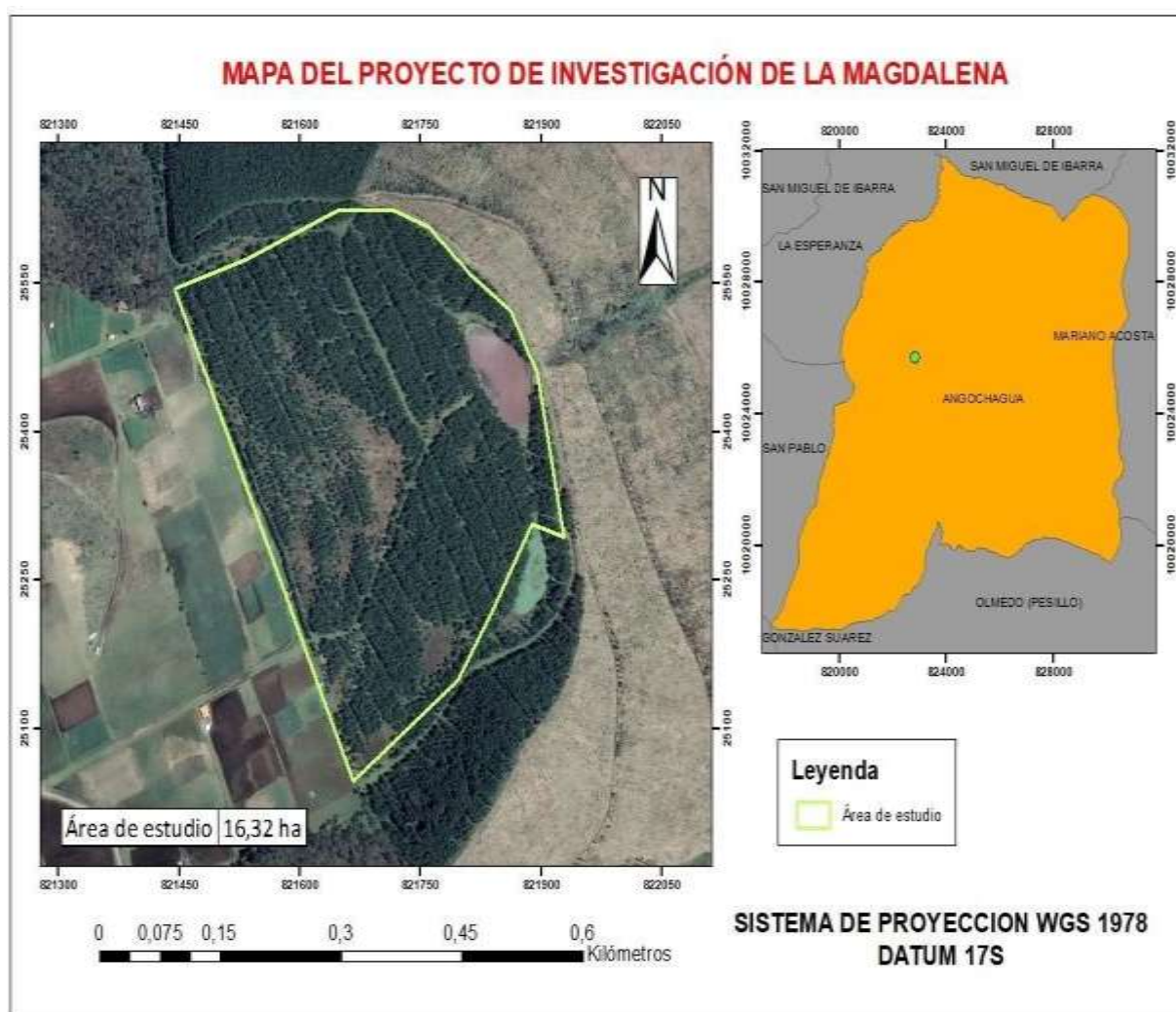
## 2.2.2 Geográfica

### 2.2.2.1 Parroquia rural Angochagua “La Magdalena”

El área de investigación estuvo ubicada en la parroquia rural Angochagua, perteneciente al cantón Ibarra, provincia de Imbabura, a una altitud de 2.870 m.s.n.m. con una extensión de 16,31ha, sus coordenadas son  $0^{\circ}15'0''$  N y  $78^{\circ}4'60''$  W (GAD San Miguel de Ibarra, 2020) ver (figura 1).

**Figura 1**

*Mapa de ubicación del área de estudio Parroquia Angochagua “La Magdalena”*



Nota: Mapa de proyección a una escala de 1:500,00



### 2.2.2.2 Campus experimental Yuyucocha

La segunda área de investigación estuvo ubicada en la parroquia Caranqui perteneciente al cantón Ibarra, provincia de Imbabura, a una altitud de 2.225m.s.n.m con una extensión de 9,5 ha, sus coordenadas son  $O78^{\circ}7'20.39''$  y  $N0^{\circ}21'6.16''$  (GAD San Miguel de Ibarra, 2020) ver (figura 2).

**Figura 2**

*Mapa de ubicación del área de estudio Campus Experimental Yuyucocha.*



Nota: Mapa de proyección a una escala de 1:500,00

### 2.2.3 Limites

#### 2.2.3.1 Parroquia Angochagua La Magdalena

La parroquia Angochagua, la comunidad Zuleta en la plantación la Magdalena de la empresa NOVOPAN (GAD San Miguel de Ibarra, 2020). Los límites del área de estudio son:

- Al Norte cabecera cantonal del cantón Ibarra y Parroquia la Esperanza del cantón Ibarra,
- Al Sur parroquia Olmedo, cantón Cayambe,
- Al Este Parroquia San Pablo de Lago y Gonzales Suarez del cantón Otavalo y
- Al Oeste Parroquia Mariano Acosta, cantón Pimampiro.

### **2.2.3.2 Sistema agroforestal en Campus experimental Yuyucocha**

La parroquia de Caranqui que se encuentra a 2 km al sureste de Ibarra: los límites del área de estudio son:

- Al sur la calle Marco Tulio Hidrobo,
- Al norte la calle Armando Hidrobo,
- Al este la Ciudadela Municipal y
- Al Oeste un lahar natural del volcán Imbabura.

## **2.3 Caracterización edafoclimática del lugar**

### **2.3.1 Suelo**

#### **2.3.1.1 Campus Experimental Yuyucocha**

En el territorio se puede identificar suelos profundos, con un horizonte superficial negro, rico en materia orgánica, que se han formado en condiciones de estepa o de pradera. El que predomina son los Molisoles que son suelos fértiles (Casanova, 2004).

#### **2.3.1.2 Parroquia Angochagua La Magdalena**

En el territorio predominan los Andisoles que son los suelos derivados de cenizas volcánicas con excelentes condiciones físicas y morfológicas, por lo que se pueden cultivar fácilmente, poseen un alto contenido de materia orgánica (Casanova, 2004).

### **2.3.2 Clima**

#### **2.3.2.1 Parroquia Angochagua**

De acuerdo a datos de la estación Ibarra-INAMHI la Esperanza se tiene una temperatura que fluctúa entre 18° y 24 ° con mínima variación durante todo el año (Terán, 2004)

#### **2.3.2.2 Campus Experimental Yuyucocha**

La estación climatológica Ibarra-INAMHI la granja experimenta Yuyucocha arroja datos de temperaturas durante el año generalmente varía de 13°C a 24°C rara vez es menor a 11°C (Jácome, 2020).

## 2.4 Materiales, equipos y software

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizaron diferentes herramientas y equipos para la recolección de hongos macromicetos ver (tabla 2).

**Tabla 2.**

*Materiales, equipos e insumos a utilizarse.*

Material	Equipos	Materiales	Insumos
Experimental			
De Campo	Cámara digital GPS	Navaja Cuchilla Pala Lupa	
De Laboratorio	Balanza analítica	Calibrador Fundas Ziploc	Alcohol de 70%
De oficina	Computadora	Tarrina Carta topográfica de Ibarra Carta topográfica de la parroquia La Esperanza Accesorios de oficina	Agua destilada ArcGIS 10.5 – Número de autorización: EFL209674136 InfoStat Versión Libre Paquete Office 365

Nota: La matriz es una adaptación de la sugerida en guía operativa del Trabajo de Integración Curricular de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte 2.5 Métodos, Técnicas e Instrumentos.

## 2.5. Métodos, técnicas e instrumentos

### 2.5.1. Universo- población

#### 2.5.1.1 Campus experimental Yuyucocha

Se localiza en la ciudad de Ibarra, en la parroquia Caranqui, sector de Yuyucocha, dentro del predio se encuentra un sistema agroforestal donde se asocian tres variedades de café (*Coffea spp.*) con diez especies forestales en un área de 0,17ha.

#### 2.5.1.2 La Magdalena Parroquia Angochagua

Se encuentra localizada en la en la parroquia Angochagua, sector de Pangaladera, en la cual se encuentra en un sistema silvopastoril donde se asocia *Pinus patula*, con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) un área de 16,31ha.

### 2.5.2 Tamaño de la muestra

Para el tamaño de la muestra se aplicó la siguiente ecuación.

**Ecuación 1** tamaño de la muestra

$$n = \frac{t\alpha^2 S^2}{E^2}$$

Dónde: [OBJ]

(Ec. 1) [OBJ]

$T\alpha$  = valor tabular de “t” de Student

$S^2$  = varianza muestral

E = error (20%, inventario)

### 2.5.3 Muestreo

La investigación se realizó en dos fases en los meses de marzo y abril para la recolección de datos:

## 2.6 Fase 1. Identificación de especies de hongos macromicetos presentes en el sistema silvopastoril La Magdalena y sistema agrosilvícola en el Campus Yuyucocha

Esta fase se realizó en diez etapas que comprende desde la fase de campo hasta la identificación de las especies de hongos presentes en los sistemas agroforestales.

### 2.6.1 Instalación de las parcelas de campo

Se ejecutó una primera visita al lugar de estudio en la parroquia Angochagua en la plantación privada NOVOPAN y a la granja Yuyucocha ubicados en el cantón Ibarra Provincia de Imbabura, para identificar áreas en las que se va a trabajar, posteriormente se tomaron los puntos

georreferenciales con el fin de realizar un polígono de la zona con el cual se calculó el perímetro y área. Se obtuvo las coordenadas UTM en zona 17 hemisferio Sur, con la ayuda del navegador GPS. y se elaboró un mapa con la ayuda del software ARGIS 10.5.

## **2.6.2 Trabajo de gabinete**

### **2.6.2.1 Parroquia Angochagua “La Magdalena”**

En esta investigación, se implementó una metodología de muestreo basada en las directrices establecidas por Lamprecht (1990) en su "Manual de Inventarios Forestales y Muestreo en Sistemas Agroforestales". Este manual recomienda el uso de parcelas rectangulares para evaluar la diversidad y abundancia de especies en sistemas agroforestales. Siguiendo estas recomendaciones, se instalaron 6 parcelas rectangulares de 50 x 20 metros en el sistema silvopastoril "La Magdalena", lo que representa una intensidad de muestreo del 10%.

La intensidad de muestreo se calculó utilizando la fórmula propuesta por (Lamprecht, 1990)

#### ***Ecuación 2 Intensidad de muestreo***

$$i = \frac{a}{A}$$

Dónde:  $i$

Ec. 2)

$i$ = Intensidad

$a$ = Tamaño de las parcelas (ha)

$A$ = Área efectiva



**Figura 2.**

*Distribución de las parcelas en un polígono” (Coffea spp.) Yuyucocha”*



Nota: Mapa de proyección a una escala de 1:500,00

El protocolo descrito previamente fue adaptado del trabajo de Mata y Chávez (2009).

### 2.6.2.3. Directrices utilizadas para la recolección de hongos

- Se recolectó una cantidad de hongos de acuerdo con la población existente en cada parcela.
- No se hizo la recolección hasta que el púleo se encontró abierto.
- Se tuvo cuidado de no dañar la parte principal de los hongos durante su extracción.
- Se recolectó un individuo por cada una de las especies encontradas y se llevó la guía de campo para identificar los hongos.
- Se guardó en las condiciones especiales de las reservas naturales (Mata & Chavez, 2009).

### **2.6.3 Selección de hongos macromicetos frescos**

Para la recolección de hongos macromicetos se tomaron en cuenta algunas de las siguientes características:

- Se seleccionaron hongos macromicetos mayores a 5 cm de diámetro, maduros sin exceso de contenido de humedad.
- La colecta se seleccionó entre los meses de enero, febrero, marzo ya que en estos meses la región experimenta temporada de lluvias lo que genera condiciones más húmedas y propicias para el crecimiento de hongos macromicetos (Barroetaveña, 2016).

### **2.6.4 Recolección de hongos macromicetos**

- Se registró el sitio de donde se recolectó el hongo, también se registró datos sobre la vegetación que rodea el espécimen.
- Se tomó fotografías de los especímenes con el objetivo de evidenciar su estado en el medio natural.
- Se utilizó una cuchilla para remover el hongo. Es necesario introducir la cuchilla unos cuantos centímetros hacia abajo de la base del hongo para no cortar el estípite y la volva, cuando este está presente.
- Se removió el hongo con una porción pequeña del sustrato
- Se recolectó especímenes tanto jóvenes como maduros.
- Se colocaron los especímenes removidos sobre papel aluminio de manera que se puedan cerrar los extremos sin producir daños a la muestra.
- Se colocaron las recolecciones dentro de una canasta para su traslado al laboratorio o área de trabajo.

En el campus Yuyucocha, que cuenta con un sistema silvopastoril, se realizó la recolección de hongos en todos los árboles y se llevará a cabo un censo para asegurar una recolección completa y detallada

### **2.6.5 Descripción macroscópica**

- La descripción de las características macroscópicas solo se realizó con los especímenes frescos o recién recolectados. En las descripciones se mencionó el color de estos cuando frescos y secos. En esta descripción se toma en cuenta los aspectos mencionados en la (tabla 3).



Se tomaron 2 fotografías de los especímenes antes de describirlos con el fin de obtener un archivo con las condiciones naturales del hongo (Mendoza, 2009).

**Tabla 3**

*Características morfológicas.*

<b>Categoría</b>	<b>Detalle</b>
<b>Tamaño del Píleo (mm)</b>	
<b>Forma del Píleo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cónico</li> <li>- Campanulado</li> <li>- Cóncavo</li> <li>- Convexo</li> <li>- Parabólico</li> <li>- Plano</li> <li>- Umbonado</li> <li>- Espatulado</li> <li>- Umbilicado</li> </ul>
<b>Color del Píleo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Globoso</li> <li>- Blanco</li> <li>- Pardo</li> <li>- Amarillo</li> <li>- Negro</li> <li>- Anaranjado</li> <li>- Rojo</li> <li>- Diferentes matices de cada uno</li> </ul>
<b>Superficie del Píleo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brillante</li> <li>- Seco</li> <li>- Gelatinoso</li> <li>- Glutinoso</li> <li>- Aceitoso</li> <li>- Viscoso</li> <li>- Higrofanó</li> </ul>
<b>Aspecto del Píleo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Translúcido</li> <li>- Estriado</li> <li>- Equinado</li> <li>- Surcado</li> <li>- Fibriloso</li> <li>- Pubescente</li> <li>- Tomentoso</li> <li>- Escamoso</li> <li>- Flocoso o hispido</li> </ul>
<b>Contexto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color</li> <li>- Grosor en mm</li> <li>- Consistencia</li> <li>- Olor y sabor (masticar un poco y escupirlo)</li> <li>- Presencia o ausencia de látex (color y sabor)</li> </ul>

### ***2.6.6 Transporte de hongos Macromicetos***

Este es un proceso que busca preservar las muestras y garantizar que lleguen al laboratorio en condiciones óptimas. Para ello, se deben mantener las muestras en un ambiente lo más cercano posible a su estado natural, controlando factores como la temperatura, la humedad y la exposición a la luz. Esto garantiza que las características de las muestras no se alteren antes de su análisis en el laboratorio.

Las muestras obtenidas en los dos sitios de estudio fueron llevadas al Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO), siguiendo el protocolo que se describe a continuación:

1. Se colocaron los hongos macromicetos en un contenedor rígido para evitar estropear las muestras.
2. Los hongos macromicetos fueron separados y colocados en bolsas de papel para permitir su ventilación
3. Se agregó papel absorbente, como papel secante, para controlar la humedad y prevenir el crecimiento de mohos.

### ***2.6.7 Identificación de Hongos macromicetos***

La descripción macroscópica, junto con las muestras de los hongos, macromicetos fueron enviadas al laboratorio de INABIO para su identificación. Los hongos se recolectaron en las mañanas y se describieron los especímenes por la tarde, esto para evitar la pérdida de humedad, el cambio en el tamaño, color y aspecto

En el laboratorio del INABIO, la identificación de hongos macromicetos se realizó mediante el examen macroscópico de la colonia y sus características microscópicas. La identificación se efectuó utilizando las similitudes macroscópicas tales como: la forma, el color, la textura y la pigmentación de la colonia, de acuerdo a la metodología descrita por (Mendoza, 2009)

## **2.7 Fase 2 Determinación de la importancia social económica y ecológica de las especies de hongos macromicetos presentes en dos sistemas agroforestales en el cantón Ibarra.**

Para conocer la importancia social y económica, se realizaron encuestas a las familias propietarias de los predios donde hay sistemas agroforestales y a personas recolectoras de hongos, con el objetivo de identificar los aportes de estos sistemas a la comunidad. En particular, se seleccionó una muestra de 150 mujeres de la comunidad que se encargan de la recolección de

hongos. A partir de este grupo, se calculó el tamaño de la muestra utilizando la siguiente fórmula estadística:

***Ecuación 3*** cálculo del tamaño de la muestra

$$\frac{n \times z^2 \times p}{e^2 \times (n - 1) + z^2 \times p^2}$$

donde:

n= 150 (tamaño de la población de mujeres recolectoras),

z= 1.96 (nivel de confianza),

p= 0.50 (proporción esperada),

e= 0.10(margen de error).

Este cálculo permitió obtener un tamaño de muestra adecuado para realizar las encuestas de manera representativa.

Para evaluar la importancia ecológica, se aplicó la metodología Delphi, que, a través de la comunicación grupal, permitió obtener opiniones de expertos y llegar a un consenso sobre la relevancia ecológica de los hongos en sistemas agroforestales.

Se utilizaron siete criterios que, en conjunto, permiten evaluar la importancia social, ecológica y económica de los hongos macromicetos. Estos criterios son: usos y seguridad alimentaria, conocimiento tradicional y cultural, medicina y salud, economía local, turismo y conservación del medio ambiente. Cada uno de estos aspectos proporciona una visión integral de la contribución de los hongos a los sistemas agroforestales y su impacto en las comunidades locales.

Se llevaron a cabo entrevistas dirigidas a diferentes grupos de personas con el objetivo de evaluar su percepción y conocimiento sobre los hongos en varios aspectos, incluyendo su valor nutricional, su impacto en la economía local y su contribución a la mejora de la calidad de vida.

Las encuestas y entrevistas se realizaron a los siguientes actores clave:

- Micólogos y Especialistas en Hongos
- Personas que saben de hongos
- Mujeres de la comunidad
- Público en general

Para interpretar los resultados, se implementó una escala del 1 al 10, que permitió clasificar el nivel de conocimiento y apreciación de cada grupo:

1	2 – 3	4 - 5	6 - 7	8 -9	10
Sin conocimiento / Desconocido	Muy poco conocimiento.	Conocimiento básico.	Conocimiento moderado.	Conocimiento amplio.	Experto / Conocimiento completo.

### ***2.7.1 Usos y seguridad alimentaria.***

La seguridad alimentaria se refiere a la disponibilidad constante de alimentos suficientes y nutritivos que satisfacen las necesidades dietéticas de las personas, mientras que los usos alimentarios de los hongos se refieren a su incorporación como fuente de nutrientes en la dieta. Luego de realizar un levantamiento de encuestas en la comunidad de Angochagua, se obtuvo información valiosa que refleja que algunas personas en esta parroquia utilizan los hongos como una fuente importante de alimento. En particular, cinco mujeres de la comunidad que participaron en las encuestas confirmaron que recolectan y consumen hongos silvestres, considerándolos una adición nutritiva y valiosa a su dieta. Este consumo no solo diversifica las opciones alimenticias, sino que también contribuye significativamente a la seguridad alimentaria, proporcionando nutrientes esenciales que complementan su alimentación diaria (FAO, 2020).

### ***2.7.2 Conocimiento Tradicional y Cultural***

El valor cultural y tradicional de los hongos macromicetos se refiere a su significado en las prácticas y creencias de diversas comunidades, particularmente rurales o indígenas. Los hongos no solo son valorados como alimentos, sino que también tienen un lugar importante en ceremonias, rituales y la medicina tradicional. En muchas comunidades, el conocimiento sobre la recolección, uso y preparación de hongos se ha transmitido de generación en generación, convirtiéndose en un aspecto clave del patrimonio cultural.

Por ejemplo, en comunidades como las de la región andina de Colombia, los hongos silvestres forman parte de la dieta tradicional y se utilizan en festividades y rituales. Este conocimiento tradicional también incluye cómo reconocer especies comestibles y medicinales, y

contribuye al mantenimiento de prácticas sostenibles en la recolección de hongos, lo que promueve la biodiversidad y el bienestar comunitario (Peña & Eno, 2014).

### ***2.7.3 Medicina y Salud***

Los hongos macromicetos, su valor medicinal y para la salud es reconocido por muchas culturas debido a sus propiedades terapéuticas y nutricionales. Varios hongos son utilizados tradicionalmente en remedios para tratar dolencias, enfermedades infecciosas y como fortalecedores del sistema inmunológico. Estos hongos han sido estudiados por sus efectos antioxidantes, antiinflamatorios y antimicrobianos, (Wasser, 2014). Además de su capacidad para mejorar la salud metabólica y cardiovascular. La utilización de hongos en la medicina tradicional ha sido una práctica que se remonta a miles de años, y sigue siendo relevante en comunidades rurales donde el acceso a la medicina moderna puede ser limitado (Chang & Wasser, 2012).

Se encuestó a diversas personas sobre su conocimiento de los hongos macromicetos y su uso medicinal. Esta recopilación de datos busca entender cómo las comunidades locales, en especial las mujeres, continúan aplicando el conocimiento ancestral sobre los hongos en el tratamiento de enfermedades comunes, lo que refuerza la importancia de estos organismos en el bienestar de las personas y la sostenibilidad de los ecosistemas

### ***2.7.4 Economía Local***

La comercialización de hongos macromicetos es una fuente de ingresos para los comuneros de este sector por lo cual participan en la recolección y venta de estos en los mercados locales, esto contribuye al desarrollo económico y fortalece la autonomía local. Se logró la obtención debido a que se hizo visitas técnicas y un estudio pertinente del mercado de los hongos además que es impulsado por varios sectores.

### ***2.7.5 Turismo***

La presencia de hongos macromicetos y la diversidad micológica en la parroquia de Angochagua ha creado oportunidades significativas para el turismo, a través de recorridos micológicos que benefician económicamente a la comunidad. Estos recorridos no solo han permitido a los turistas apreciar la biodiversidad de la zona, sino que también han impulsado el desarrollo local.

Para evaluar el impacto de este turismo micológico, se realizaron encuestas y entrevistas con turistas y miembros de la comunidad. Las encuestas permitieron medir el interés de los visitantes por la diversidad de hongos, mientras que las entrevistas profundizaron en cómo el

turismo micológico ha contribuido a la economía local y a la preservación de los conocimientos tradicionales relacionados con los hongos

### ***2.7.6 Conservación del Medio Ambiente***

Para evaluar el impacto de los hongos en la conservación ambiental en la parroquia de Angochagua, se realizaron encuestas y entrevistas a miembros de la comunidad local y a expertos en micología. Estas herramientas permitieron analizar el nivel de conocimiento sobre los beneficios ecológicos de los hongos y cómo su preservación contribuye a la sostenibilidad del entorno. Los resultados mostraron que las prácticas comunitarias, como la recolección responsable y la integración de los hongos en los esfuerzos de conservación, son fundamentales para la salud de los ecosistemas locales.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **3.1. Estudio de la Taxonomía, Distribución y Diversidad de Hongos Macromicetos en Sistemas Silvopastoril y Agrosilvícola del Sector Pangaladera y Yuyucocha**

##### ***3.1.1. Sistemas Silvopastoril***

##### **3.1.1.1 Taxonomía de Hongos Macromicetos en el sistema silvopastoril de pino (*Pinus patula*) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el sector Pangaladera, parroquia la Esperanza.**

Se encontraron diez géneros y diez especies de hongos macromicetos. En cuanto a las características morfológicas, estas varían según cada especie, mostrando un sombrero con diferentes colores, formas y presencia de láminas y escamas. la cobertura del suelo donde se encuentran las especies de hongos presenta características similares siendo esta cobertura vegetal por la presencia de una especie forestal y otra herbácea que corresponde al pasto kikuyo (Tabla 4).

**Tabla 4**

Descripción taxonómica de los hongos macromicetos encontrados en el sistema silvopastoril de la plantación la Magdalena.

Genero	Especie	Familia	Características Morfológicas	Hábitat
<i>Hebeloma</i>	<i>Hebeloma leucosarx</i>	<i>Hymenogastraceae</i>	Suelo forestal, asociado a árboles de hoja perenne	Suelo rico en materia orgánica, común en prados y jardines
<i>Bolbitius</i>	<i>Bolbitius titubans</i>	<i>Bolbitiaceae</i>	Tiene un sombrero de color amarillo a anaranjado, láminas adnatas y un pie frágil	Suelo forestal, asociado a árboles perennifolios o frondosos
<i>Hebeloma</i>	<i>Hebeloma sp</i>	<i>Hymenogastraceae</i>	Variables dependiendo de la especie concreta dentro del género <i>Hebeloma</i>	Suelo rico en materia orgánica, a menudo en áreas perturbadas
<i>Conocybe</i>	<i>Conocybe apala</i>	<i>Bolbitiaceae</i>	Sombrero cónico a convexo, color variable, láminas adnatas y pie delgado	Suelo forestal, especialmente en bosques perennifolios
<i>Lycoperdon</i>	<i>Lycoperdon lividum</i>	<i>Agaricaceae</i>	Cuerpo esférico, de color pardo a grisáceo, con aberturas en la parte superior	Asociado a árboles de pino, en suelos ácidos
<i>Suillus</i>	<i>Suillus luteus</i>	<i>Boletaceae</i>	Sombrero viscoso de color amarillo, con tubos en lugar de láminas y anillo en el pie	Suelo rico en materia orgánica, a menudo en prados y jardines
<i>Agrocybe</i>	<i>Agrocybe pediades</i>	<i>Strophariaceae.</i>	Sombrero convexo a aplanado, color variable, láminas adnatas y pie robusto	Suelo forestal, asociado a árboles de hoja perenne
<i>Hygrocybe</i>	<i>Hygrocuve Conica</i>	<i>Hygrophoraceae</i>	Superficie seca, no viscosa, se ennegrece con la madurez. Himenio con lamelas libres, espaciadas, amarillo pálido. Estípite de 4.9 cm, central, cilíndrico, hueco, de color amarillo. Consistencia del hongo fibroso.	Suelo forestal, asociado a árboles de hoja perenne
<i>Agrocybe</i>	<i>Agrocybe Paludosa</i>	<i>Strophariaceae</i>	Hongo olor amarillo. Consistencia del hongo fibroso. No se observa presencia de restos del velo universal.	Suelo forestal, asociado a árboles de hoja perenne
<i>Laccaria</i>	<i>Laccaria Laccata</i>	<i>Hydnangiaceae</i>	Hongo cilíndrico, concolor al pileo, ligeramente fibriloso. Consistencia del hongo fibroso.	Suelo forestal, asociado a árboles de hoja perenne



Las características morfológicas de las especies de hongos encontradas en el presente estudio, son similares a las descritas por Velazques *et al.*, (2017), incluyendo la forma, borde, color del píleo, presencia de anillo, color del estipe, así como datos de altura del hongo y diámetro del píleo, entre otras.

En el sistema silvopastoril de La Magdalena, se encontró que las familias de hongos con mayor predominancia son *Strophariaceae* y *Bolbitiaceae*. Este hallazgo es consistente con la documentación de Batallas, (2020), quien reportó la presencia de estas familias en diversas áreas de la región andina del Ecuador, incluyendo Pichincha y Loja. Estas familias de hongos son conocidas por su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y su capacidad para colonizar suelos ricos en materia orgánica y bosques de coníferas, características presentes en el sistema silvopastoril estudiado (Batallas, 2016).

La presencia de las especies *Hebeloma leucosarx*, *Bolbitius titubans*, y *Suillus luteus*, indican que el suelo forestal y las condiciones específicas del sistema silvopastoril de pino proporcionan un hábitat adecuado para estos hongos.

La presencia de las especies *Conocybe apala* y *Lycoperdon lividum*, que se asocian comúnmente con suelos perturbados y ricos en materia orgánica, indica que el manejo del suelo y la presencia de pasto kikuyo también contribuyen a la diversidad fúngica observada. Según Suarez, (2004), estas especies son indicadores de suelos bien aireados y con alta disponibilidad de nutrientes, lo que es típico en sistemas silvopastoriles bien gestionados.

La diversidad de hongos macromicetos en el sistema silvopastoril de La Magdalena tiene varias implicaciones ecológicas. Primero, la alta presencia de especies de las familias *Strophariaceae* y *Bolbitiaceae* sugiere que estos sistemas pueden ser importantes para la biodiversidad fúngica en la región andina. Segundo, la diversidad de hongos puede contribuir significativamente a la salud del suelo y al ciclo de nutrientes, mejorando la productividad del sistema silvopastoril (Suarez, 2004).

Estudios realizados en otros países también respaldan estos hallazgos. En plantaciones de pino en España, Martínez de Aragón *et al.*, (2007), encontraron que la diversidad de hongos

micorrícicos aumenta la productividad forestal y la salud del suelo. Estos hongos forman asociaciones simbióticas con las raíces de los árboles, mejorando la absorción de agua y nutrientes y protegiendo a las plantas de patógenos del suelo. En Chile, una investigación de Godoy *et al.*, (2018), reportó una alta diversidad de hongos en sistemas de *Pinus radiata*, destacando la importancia de las prácticas de manejo sostenible para conservar la biodiversidad fúngica. En ese estudio se demostró que la implementación de prácticas de manejo sostenible, como la reducción de la compactación del suelo y la promoción de la diversidad de especies vegetales, puede tener un impacto positivo significativo en la biodiversidad de hongos en estos sistemas.

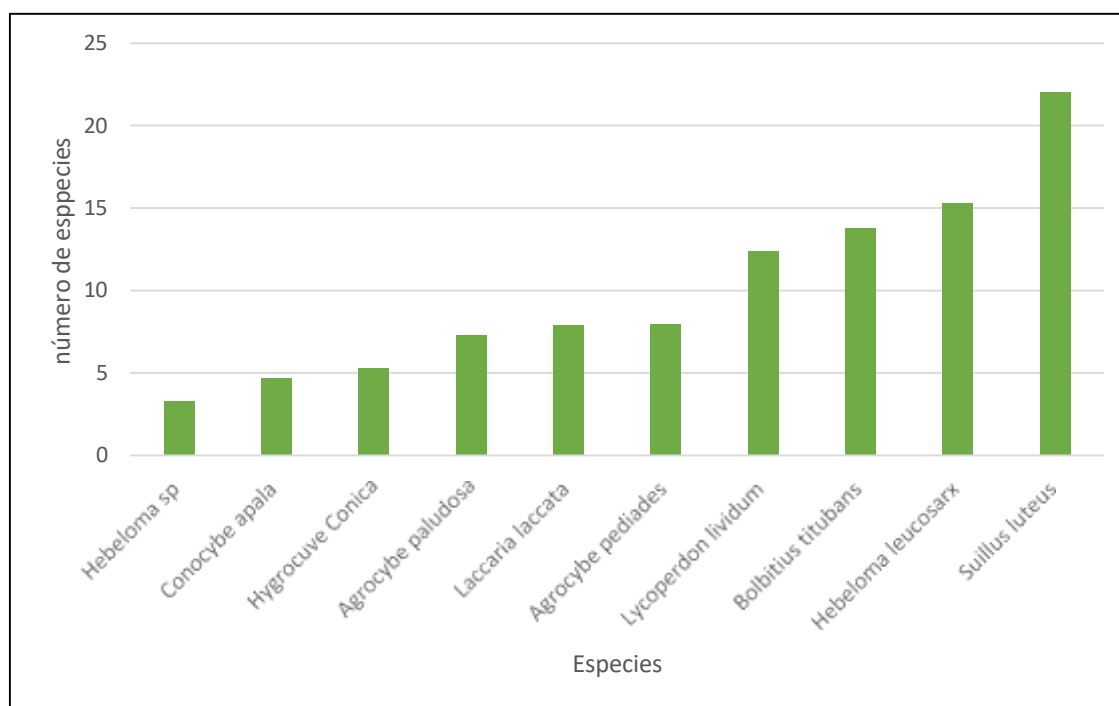
### **3.1.1.2 Distribución hongos macromicetos en el sistema silvopastoril de pino (*Pinus patula*) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el sector Pangaladera, dentro de la plantación La Magdalena.**

El número total de individuos identificados en el estudio fue de 135. La distribución porcentual por especie es la siguiente: *Suillus luteus* (22.22 %), *Hebeloma leucosarx* (15.29 %), *Bolbitius titubans* (13.81 %), *Lycoperdon lividum* (12.4 %), *Agrocybe pediades* (8 %), *Laccaria laccata* (7.89%), *Agrocybe paludosa* (7.30 %), *Hygrocybe conica* (5.32 %), *Conocybe apala* (4.70%), *Hebeloma sp* (3.29 %) (Figura 1).

La especie dominante es *Suillus luteus*, que representa el 22.22 % del total de los individuos encontradas. Esto posiblemente se deba a factores ecológicos específicos que favorecen su crecimiento, como suelo, humedad y disponibilidad de nutrientes (Batallas, 2020). En contraste, *Conocybe apala* presenta la menor cantidad de individuos, con solo cinco, lo que podría indicar que esta especie enfrenta limitaciones ecológicas o competencia con otras especies de hongos. *Hebeloma sp.* también muestra una baja abundancia relativa, con solo siete individuos ver (figura 5).

**Figura 3.**

*Distribución de las especies encontradas en la plantación La Magdalena, dentro del sistema de Pinus patula.*



Montenegro, (2016), señala que la distribución de hongos macromicetos en islas o grupos ocurre frecuentemente dentro de los sistemas silvopastoriles, destacando la importancia del hábitat en su distribución. Este estudio coincide con el autor mencionado, donde se identificaron distintos grupos de hongos adaptados a las condiciones específicas del sistema silvopastoril de La Magdalena. Granados, (2017), también propone una interacción significativa entre los hongos y los sistemas silvopastoriles, observando cómo estos se encuentran en plantaciones de *Pinus patula* mediante estudios de recolección en parcelas. Estas observaciones son consistentes con los hallazgos de la presente investigación, especialmente con la dominancia de *Suillus luteus*, que está bien adaptado a las condiciones de suelo y clima proporcionadas por las plantaciones de pino.

Otras investigaciones recientes han demostrado que los sistemas silvopastoriles pueden mejorar la biodiversidad y la funcionalidad del ecosistema. Por ejemplo, estudios realizados por Anderson y Cairney, (2007), indican que la presencia de una rica diversidad de hongos micorrícicos en sistemas agroforestales no solo beneficia a las plantas hospedadoras, sino que también contribuye a la estabilidad del suelo y a la retención de agua, lo cual es crucial para mantener la productividad en climas variables. Esta funcionalidad puede explicar en parte la alta

prevalencia de especies como *Suillus luteus* en el presente estudio, debido a sus beneficios ecológicos y agronómicos.

Un aspecto relevante dentro del manejo sostenible de este sistema es el hecho de que la reducción de la compactación del suelo y la promoción de la diversidad de especies vegetales, pueden tener un impacto significativamente positivo en la biodiversidad de hongos. El estudio de Smith *et al.*, (2011), demostró que los sistemas de manejo que favorecen la heterogeneidad del hábitat y la salud del suelo tienden a soportar una mayor diversidad de hongos, lo que se alinea con nuestras observaciones en el sistema silvopastoril de La Magdalena.

La baja abundancia relativa de *Conocybe apala* y *Hebeloma sp.* podría estar relacionada con su menor competitividad en comparación con otras especies más adaptadas a las condiciones locales. La competencia por recursos y las interacciones con otras especies de hongos pueden limitar la distribución y abundancia de estas especies. Estudios de García *et al.*, (2015), sugieren que la competencia inter-específica y las condiciones microclimáticas pueden jugar un papel importante en la estructuración de comunidades de hongos macromicetos.

La importancia de los sistemas silvopastoriles para la sostenibilidad agroforestal se ve reforzada por la capacidad de estos sistemas para soportar una diversidad biológica significativa (Añazco *et al.*, 2023). La alta diversidad de hongos observada no solo mejora la salud del suelo y la productividad, sino que también contribuye a la resiliencia del ecosistema frente a perturbaciones ambientales. Esta resiliencia es esencial para mantener la funcionalidad del ecosistema en el largo plazo, especialmente en el contexto del cambio climático y la variabilidad climática (Jones *et al.*, 2010).

### **3.1.1.3 Diversidad de especies en el sistema silvopastoril de pino (*Pinus patula*) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el sector Pangaladera, plantación La Magdalena.**

Mediante el cálculo del índice de Shannon se logró establecer un valor promedio de 1,99. Este es un parámetro intermedio que sugiere una diversidad de hongos moderada, donde algunas especies son más abundantes que otras. Esto puede deberse a factores ambientales como la precipitación y la composición de la vegetación que influyen en la comunidad fúngica (Batallas, 2020). Un análisis complementario con otros índices de diversidad y características del ecosistema permitiría obtener una visión más completa de la biodiversidad fúngica en este hábitat así lo sugiere un estudio de Smith *et al.*, (2011).

### **3.1.2. Sistema Agrosilvícola**

#### **3.1.2.1 Taxonomía de Hongos Macromicetos en el sistema agrosilvícola que involucra especies forestales y 3 variedades café (*Coffe. spp.*) en el campus experimental Yuyucocha**

Se encontraron cuatro géneros y cuatro especies de hongos macromicetos. En cuanto a las características morfológicas, estas varían según cada especie, mostrando un sombrero con diferentes colores, formas y presencia de láminas y escamas. En este sistema agrosilvícola también se encuentran presentes especies forestales como el cholán (*Tecoma stans*), pino (*Pinus patula*), nogal (*Juglans neotropica*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), fresno (*Fraxinus spp.*), ciprés (*Cupressus spp.*), cedro (*Cedrela montana*) y cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis*), cada una con características únicas que contribuyen a la diversidad del sistema (Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Descripción taxonómica de los hongos macromicetos encontrados en el sistema silvopastoril de la plantación de café en la Campus experimental Yuyucocha.*

<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Características Morfológicas</b>	<b>Hábitat</b>
<i>Lycoperdon</i>	<i>Lycoperdon sp</i>	<i>Agaricaceae</i>	Presenta hongo con basidiomas globosos, exoperidio espinoso blanco o gris, endoperidio papiráceo, gleba marrón oscura, capilicio marrón y esporas globosas marrón oscuro.	Suelo forestal
<i>Pholiota</i>	<i>Pholiota sp</i>	<i>Strophariaceae</i>	Hongo con sombrero de 3-10 cm, láminas adnatas y esporas marrón ferrugíneas.	Suelo rico en materia orgánica, común en bosques mixtos
<i>Laccaria</i>	<i>Laccaria fraterna</i>	<i>Hydnangiaceae</i>	Hongo con sombrero de 2-6 cm, láminas decurrentes, estípite del mismo color y esporas globosas blancas.	Suelo húmedo
<i>Stropharia sp</i>	<i>Stropharia sp.</i>	<i>Strophariaceae</i>	Presenta un sombrero cónico a convexo de 1-5 cm de diámetro, láminas adnatas a escotadas, un estípite delgado y fibroso, y esporas elipsoides a amigdaliformes de color marrón	Suelo en descomposición, común en bosques mixtos y praderas

La mejora de la estructura del suelo, la simbiosis con las raíces de las plantas y el ciclo de nutrientes. Conocer las especies presentes en un ecosistema permite diseñar estrategias de manejo más sostenibles; mejorar la salud y productividad de los cultivos.

La especie *Lycoperdon sp.* se encuentra principalmente en suelos forestales y está asociado con bosques de coníferas.

*Laccaria fraterna* es un hongo que crece en las raíces de las especies forestales de coníferas y en suelos húmedos. En las raíces existen micorrizas que son hongos que ayuda a las plantas a absorber nutrientes y agua. Giraldo *et al.*, (2011), sugieren que los hongos micorrícicos desempeñan un papel crucial en la restauración de los procesos ecológicos y la mejora de la calidad del suelo además de la vida vegetal.

Los hongos macromicetos se encuentran en ecosistemas agroforestales, cada especie tiene su propia descomposición; mejora de la estructura del suelo y ciclo de nutrientes. Al examinar sus características y hábitats, se pueden desarrollar estrategias de gestión más sostenibles y mejorar la salud y la productividad de los cultivos en los sistemas silvopastoriles. Giraldo *et al.*, (2011), Dollinger y José (2018) y González *et al.*, (2018) y señalan la importancia de los hongos macromicetos para promover procesos ecológicos y garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas agroforestales.

### **3.1.2.2 Distribución de Hongos Macromicetos en el sistema agrosilvícola que involucra especies forestales y 3 variedades café (*Coffea spp.*) en el campus experimental Yyucocha.**

El número total de individuos identificados en el estudio fue de 15. La distribución porcentual por especie es la siguiente: *Lycoperdon sp* (46.67 %), *Pholiota sp* (33.33 %), *Sropharia sp.* (13.33 %) y *Laccaria fraterna* (6.67 %) (Tabla 2).

La especie dominante es *Lycoperdon sp*, que representa el 46.67% del total de las especies encontradas. Esto podría deberse a varios factores ecológicos favorables.

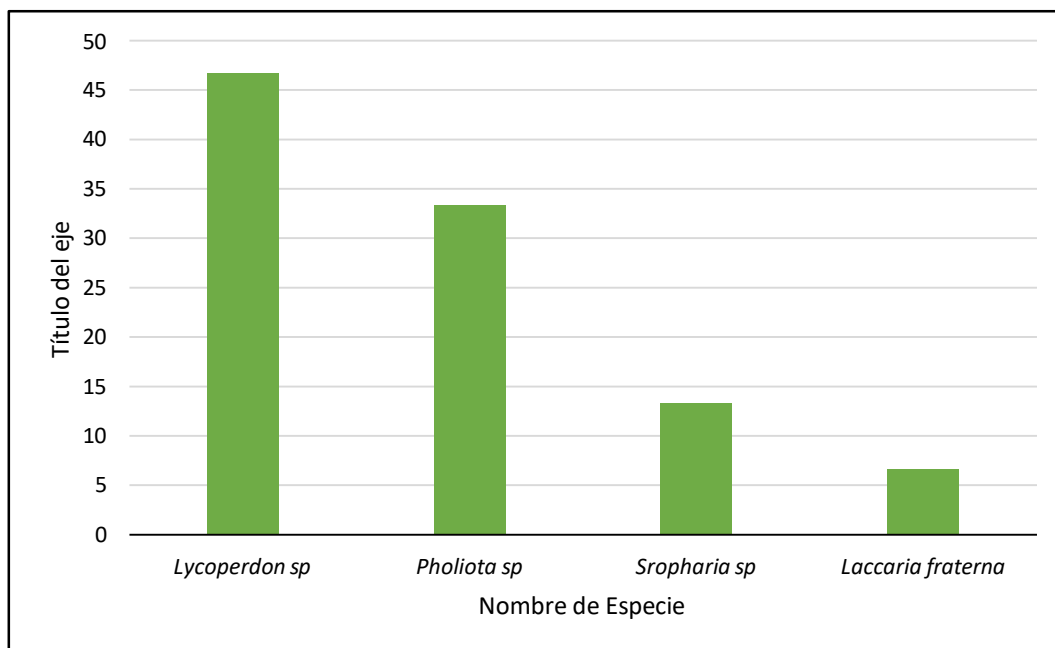
Para que los hongos crezcan de manera óptima, requieren una combinación de factores ambientales clave, como la humedad, la temperatura adecuada, y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. *Lycoperdon sp* tiene la capacidad de colonizar una amplia variedad de hábitats debido a su capacidad de descomponer materia orgánica de manera eficiente, lo que le proporciona una ventaja competitiva (Smith, 2020). Además, su habilidad para absorber y utilizar nutrientes específicos del suelo puede ser superior a la de otras especies (Jones *et al.*, 2018). La humedad del

suelo y las condiciones microclimáticas, como la temperatura estable y la sombra, también podrían favorecer su crecimiento, ya que los hongos requieren un ambiente húmedo para su desarrollo (Martínez, 2019). Estudios recientes han demostrado que *Lycoperdon sp* prospera en suelos con bajos niveles de nitrógeno, permitiendo su crecimiento en áreas donde otras especies no pueden competir de manera eficiente (Hernández & Pérez, 2023).

En contraste, *Laccaria fraterna* presenta una menor cantidad de individuos, lo que podría sugerir que enfrenta limitaciones ecológicas, como competencia por espacio o nutrientes con otras especies de hongos, o que no se adapta bien a las condiciones del suelo (García *et al.*, 2021). *Psilocybe sp* también muestra una baja abundancia relativa, lo que podría reflejar su baja adaptación a las condiciones específicas del sitio de estudio, como la composición del suelo o la humedad, o la presencia de factores limitantes que afecten su crecimiento y reproducción (Thompson, 2022) ver (figura 6).

#### Figura 4.

*Distribución de las especies encontradas en la plantación el sistema agrosilvícola, que involucra especies forestales y café (Coffea spp.) en la granja experimental Yuyucocha*



Smith, (2010), manifestaron sobre el estudio de la variedad de hongos macromicetos que se encuentran en los sistemas agroforestales de café en Brasil. La especie *Amanita muscaria* fue la más prevalente, representando el 35% del total, mientras que *Psilocybe sp* se encontró en menos



del 5% de la población. Esta investigación atribuyó la alta abundancia de amanita muscaria al suelo ácido y la alta humedad, que también fueron favorables para la supervivencia de *Lycoperdon sp.*

Chen, (2018) estudió la ecología de los hongos macromicetos en sistemas agroforestales en china, quienes identificaron a *Cortinarius sp* como la especie dominante, representando el 50% de la población total, con una humedad constante y la cobertura del dosel; se consideran factores esenciales en la promoción de especies dominantes. La prevalencia de *Lycoperdon sp* en la presente investigación puede estar relacionada con la presencia de un dosel y un clima húmedo en el campus experimental Yuyucocha.

### **3.1.2.3 Diversidad de especies en el sistema agrosilvícola que involucra especies forestales y café (*Coffea spp.*) en el campus experimental Yuyucocha**

Mediante el cálculo del índice promedio de Shannon se logró establecer un valor de 1,17. Según Magurran, (2004), este valor se clasifica como bajo, ya que es inferior a 1,5. Este resultado sugiere que, aunque hay una presencia de especies fúngicas en el sistema estudiado, la diversidad es relativamente limitada comparada con otros ecosistemas o estudios que reportan índices más altos.

La diversidad reducida podría ser indicativa de una dominancia de ciertas especies de hongos sobre otras, o de una menor variedad de nichos ecológicos disponibles para una amplia gama de especies. Este fenómeno podría estar influenciado por factores específicos del manejo de los sistemas agroforestales de café, tales como la uniformidad en las prácticas de cultivo y el manejo del suelo, que podrían no ser tan favorables para una amplia gama de especies fúngicas como en las plantaciones mixtas o sistemas más naturales y menos gestionados.

En contraste Martínez, (2015), reportó un índice de Shannon de 1.5 en sus estudios sobre plantaciones mixtas, lo cual indica una diversidad mayor en comparación con este estudio. La superioridad de este valor puede atribuirse a la heterogeneidad de las especies vegetales presentes en las plantaciones mixtas, que potencialmente aportan una estructura de hábitat más compleja y diversa, beneficiando a una mayor variedad de especies fúngicas.

Además, es importante destacar el papel ecológico que los hongos desempeñan en los sistemas agroforestales. Según Bonito *et al.*, (2014), los hongos en sistemas agroforestales mejoran la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, facilitando así un entorno más sostenible y productivo. Esta función ecológica es esencial para la resiliencia y la productividad de estos sistemas.

La baja diversidad observada en el presente estudio subraya la importancia de revisar las prácticas de manejo agroforestal para fomentar una mayor diversidad biológica. Aumentar la diversidad puede mejorar la resiliencia del ecosistema y la sostenibilidad a largo plazo, lo cual es crucial para la conservación y la productividad agrícola.

### **3.2. Contribución Social, Económica y Ecológica de los Hongos Macromicetos en Comunidades Rurales**

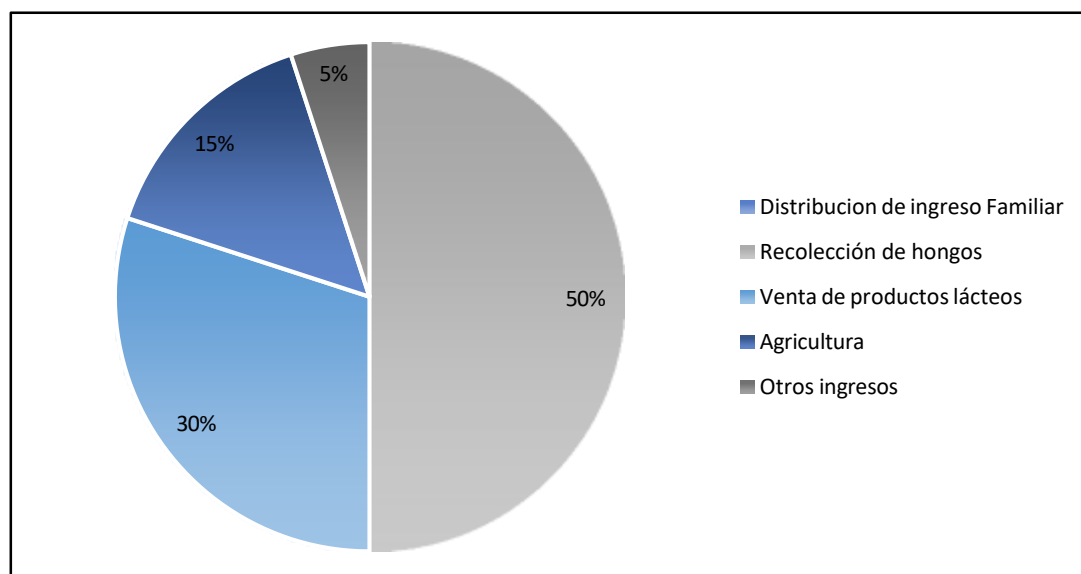
#### **3.2.1. Contribución Social**

##### **3.2.1.1 Impacto social del cultivo de hongos macromicetos en comunidades**

Desde 1986, el cultivo y comercialización de hongos, iniciado por el padre Javier Rellán en la comunidad de Pesillo, ha jugado un papel crucial en la mejora de la calidad de vida de las familias involucradas. Las mujeres de la comunidad formaron cooperativas que hicieron sostenible la producción y procesamiento de hongos, generando empleo digno y contribuyendo significativamente a la educación de sus hijos. Hoy en día, la recolección de hongos representa el 50% de los ingresos familiares, mientras que la venta de productos lácteos aporta el 30%, la agricultura el 15% y otros ingresos diversos el 5%. Esta diversificación económica ha permitido un impacto positivo en el desarrollo social y económico de la región, demostrando el valor de los hongos como fuente de sustento y progreso para las familias.

#### **Figura 5.**

*Distribución de ingreso familiar en la comunidad de Pesillo.*



La figura 7 muestra la distribución del ingreso familiar en la comunidad de Pesillo, donde la recolección de hongos constituye el 50% de los ingresos totales. Esto refleja la importancia económica de los hongos para las familias involucradas. La venta de productos lácteos sigue como la segunda fuente más significativa, representando el 30% de los ingresos, lo que evidencia la relevancia del sector ganadero en la región. La agricultura aporta un 15%, confirmando que también es una actividad complementaria importante, mientras que otros ingresos, como pequeños trabajos o actividades adicionales, suman el 5% restante.

Esta distribución subraya cómo la recolección de hongos ha sido un factor clave en la estabilidad económica de las familias, especialmente en su capacidad para diversificar sus fuentes de ingreso, permitiéndoles mejorar su calidad de vida y apoyar en áreas esenciales como la educación y el bienestar general.

Por otro lado, en las comunidades de La Magdalena y La Esperanza, mayoritariamente indígenas, el cultivo de *Suillus luteus* ha sido un motor para superar la extrema pobreza. A través del desarrollo comunitario y la diversificación de la economía local, con actividades como la producción de lácteos y textiles, estas comunidades han generado empleo digno y han mejorado su salud y educación. Este avance ha sido fundamental para detener los procesos migratorios, permitiendo que las personas permanezcan en sus comunidades y contribuyan a su desarrollo.

La creación de cooperativas, junto con la capacitación en técnicas de recolección y procesamiento de hongos, ha fomentado un fuerte sentido de comunidad y cooperación. Esto ha fortalecido los lazos sociales y promovido un entorno de apoyo mutuo. Además, la participación en el mercado de hongos ha abierto nuevas oportunidades de capacitación y educación, desarrollando habilidades empresariales y de gestión que son clave para el crecimiento sostenible de las comunidades.

Es esencial considerar casos de otras regiones del mundo donde iniciativas similares han generado beneficios económicos y sociales. Por ejemplo, en China, la producción de hongos comestibles ha sido un motor económico crucial en varias provincias rurales. Según un estudio de Royse *et al.*, (2016), el cultivo de hongos en áreas rurales ha reducido significativamente la pobreza y ha mejorado la seguridad alimentaria en comunidades marginadas. En particular, el desarrollo de cooperativas y la capacitación en técnicas de cultivo han sido factores determinantes para el éxito de estas iniciativas, lo que se asemeja a los esfuerzos realizados en las comunidades ecuatorianas mencionadas.

En otros contextos, como en Brasil, la producción de hongos ha sido promovida como una alternativa sostenible para comunidades que tradicionalmente dependían de actividades agrícolas que impactaban negativamente en el medio ambiente. De acuerdo con Dias, (2010) la integración de los hongos en sistemas agroforestales ha permitido a estas comunidades diversificar sus ingresos y mejorar la calidad de vida, al mismo tiempo que contribuyen a la conservación de los ecosistemas locales.

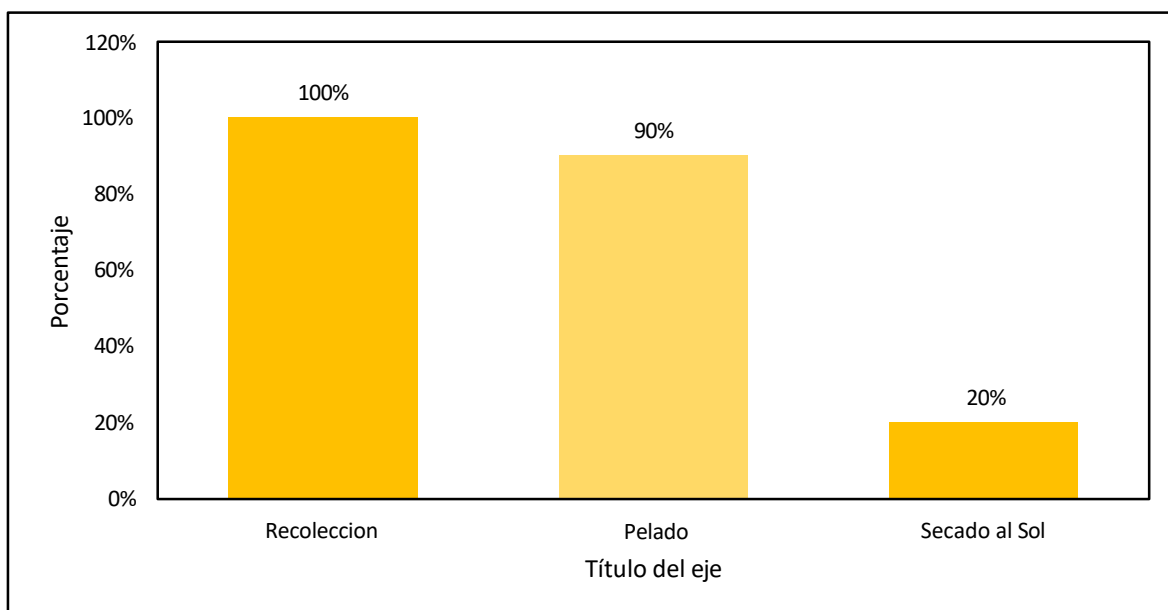
Estas experiencias internacionales subrayan la importancia de la diversificación económica y la cooperación comunitaria en el desarrollo sostenible, lo que también se ha evidenciado en Pesillo, La Magdalena y La Esperanza. La recolección y comercialización de hongos no solo ha proporcionado una fuente importante de ingresos, sino que también ha fortalecido los lazos sociales y ha promovido el bienestar general, permitiendo a estas comunidades mejorar su calidad de vida de manera integral.

#### **3.2.1.2. Conocimientos Locales sobre el Manejo y Procesamiento de Hongos**

El proceso de manejo post-cosecha de los hongos comienza con la recolección manual en el campo, donde se seleccionan aquellos especímenes que se encuentran en buen estado y en el punto óptimo de madurez. A continuación, los hongos pasan a la fase de pelado, donde se eliminan las partes no comestibles o la capa externa, según la especie y los métodos específicos empleados. Posteriormente, los hongos son sometidos a un secado al sol, técnica que permite eliminar el contenido de humedad de forma natural. Este último paso resulta en una reducción significativa del volumen y peso, con pérdidas estimadas entre un 70% y 80% del volumen inicial, lo que facilita su conservación y manejo posterior.

**Figura 6.**

*Tabla de reducción de volumen de hongos Porcentaje en Volumen*



El análisis de la tabla muestra que, aunque el proceso de secado de los hongos resulta en una pérdida significativa de volumen (aproximadamente el 80%), sigue siendo una de las mejores formas de conservar este producto a largo plazo. Esta reducción del volumen es esperada y aceptada como parte del proceso de preservación, ya que el secado elimina la humedad, que es el principal factor de descomposición de los hongos.

A pesar de la disminución en el volumen, el secado garantiza que los hongos puedan almacenarse durante periodos prolongados sin deterioro significativo en su calidad, facilitando el transporte y reduciendo los costos asociados. El pelado, por otro lado, implica una mínima reducción del volumen (aproximadamente el 10%) y es una etapa necesaria para eliminar partes no comestibles, mejorando la calidad del producto final.

El manejo post-cosecha de los hongos en comunidades locales refleja un profundo conocimiento tradicional que ha sido transmitido de generación en generación. Este proceso, que incluye etapas como la recolección manual, el pelado, y el secado al sol, no solo es eficaz para conservar la calidad de los hongos, sino que también es una práctica sostenible que minimiza el uso de recursos tecnológicos y energéticos. La práctica del secado al sol, en particular, ha sido empleada en diversas culturas alrededor del mundo para preservar alimentos, incluyendo hongos, debido a su capacidad para eliminar la humedad y prolongar la vida útil del producto.

Por ejemplo, en Italia, la técnica de secado al sol de hongos porcini (*Boletus edulis*) es una tradición bien establecida que se remonta a siglos atrás. Según Hall., *et al.*, (2003), este método ha sido crucial para la conservación de hongos en regiones donde la refrigeración no siempre estaba disponible, permitiendo así que las comunidades rurales mantengan un suministro constante de alimentos durante los meses de invierno. De manera similar, en regiones de Asia, como en Japón, el secado de hongos shiitake (*Lentinula edodes*) ha sido una práctica común, donde además del secado al sol, se han desarrollado métodos para secar los hongos a la sombra, lo que permite preservar mejor sus propiedades organolépticas (Chang & Miles, 2004).

Estos ejemplos internacionales demuestran que, aunque el proceso de secado puede resultar en una significativa pérdida de volumen (70%-80%), esta técnica sigue siendo una de las más efectivas y tradicionales para la conservación de hongos. La práctica del pelado, aunque menos impactante en términos de reducción de volumen, es fundamental para mejorar la calidad del producto final, eliminando partes no comestibles y asegurando un producto más limpio y estéticamente agradable para el consumidor.

### **3.2.1.3 Importancia de los hongos en la alimentación y nutrición de la comunidad**

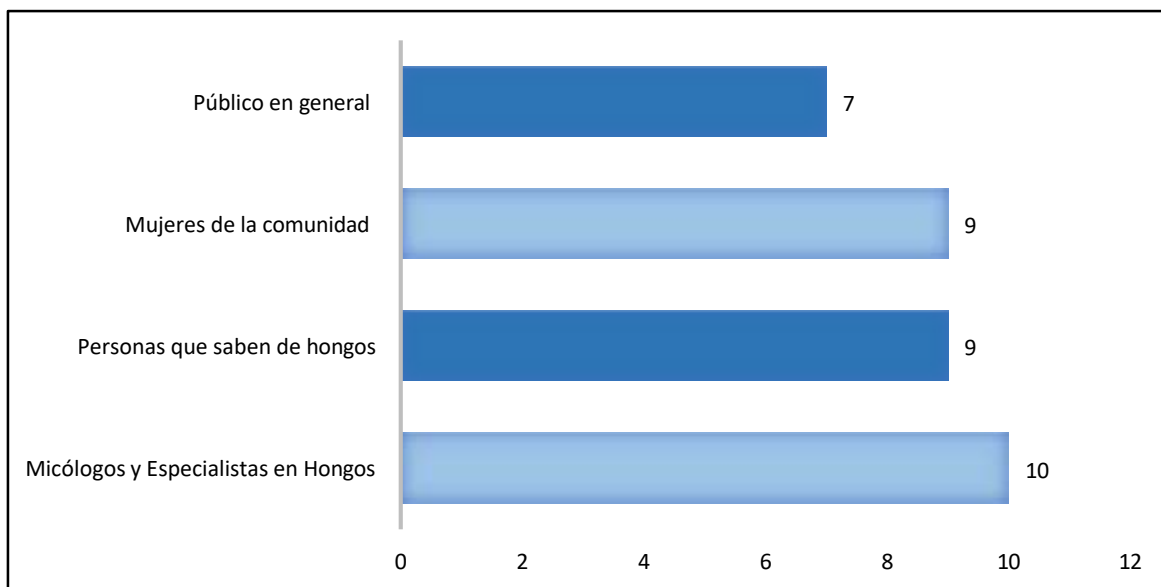
Los hongos representan una valiosa fuente de nutrientes que puede desempeñar un papel clave en la mejora de la seguridad alimentaria en diversas comunidades. Al ser ricos en proteínas, vitaminas del complejo B, y minerales como el hierro y el zinc, se convierten en un complemento nutricional significativo para las dietas. Además, su bajo contenido calórico y de grasas los hace una opción ideal para quienes buscan alternativas alimenticias saludables y sostenibles. Estos atributos hacen que los hongos sean particularmente importantes en regiones donde el acceso a otras fuentes de proteína es limitado (Martinez & Rojas, 2020).

En numerosas comunidades, tanto rurales como urbanas, los hongos no solo se valoran como una fuente nutritiva de alimentos, sino también como una importante fuente de ingresos. La recolección de hongos silvestres, que a menudo se lleva a cabo en bosques cercanos, está estrechamente vinculada con el conocimiento ancestral y la sostenibilidad de los ecosistemas. Este saber tradicional, transmitido de generación en generación, permite no solo la recolección adecuada de los hongos, sino también la conservación de los hábitats locales, promoviendo así la biodiversidad y el equilibrio ecológico (Sánchez *et al.*, 2021).

Dada su importancia nutricional y cultural, se ha llevado a cabo una evaluación para comprender mejor cómo diferentes grupos de personas dentro de una comunidad valoran los hongos en términos de su contribución a la alimentación y la nutrición (Figura 11)

**Figura 9.**

*Importancia de los hongos en la alimentación y nutrición a partir de diferentes grupos.*



De acuerdo con los datos presentados en la gráfica, los micólogos y especialistas en hongos otorgan la mayor valoración en la Escala 10, destacando la importancia fundamental de los hongos en la alimentación y nutrición de la comunidad. Las personas que tienen conocimientos sobre hongos, así como las mujeres de la comunidad, también valoran altamente este recurso, situándose ambas en la Escala 9. Por otro lado, el público en general reconoce su importancia, aunque en menor grado, ubicándolos en la Escala 7.

Esto refleja una comprensión generalizada de los beneficios nutricionales de los hongos, especialmente entre los expertos y conocedores del tema, quienes los consideran un recurso vital en la alimentación comunitaria.

Los hongos no solo aportan proteínas, vitaminas y minerales esenciales, sino que también son una fuente importante de compuestos bioactivos, como antioxidantes, que ayudan a prevenir enfermedades y mantener la salud. Esta combinación de nutrientes y propiedades ha llevado a que los hongos sean considerados un complemento nutricional valioso en diversas culturas. Se ha

demostrado que los hongos contienen antioxidantes como el glutatión y la ergothioneina, los cuales desempeñan un papel crucial en la reducción del riesgo de enfermedades crónicas (Lores, 2016).

En países como Japón y China, el consumo de hongos como el shiitake (*Lentinula edodes*) y el maitake (*Grifola frondosa*) es una práctica tradicional que ha sido valorada tanto por sus beneficios nutricionales como por sus propiedades medicinales. Según un estudio realizado por Cheung, (2008), los hongos son ricos en fibra dietética y contienen beta-glucanos, que tienen efectos inmunomoduladores, lo que refuerza su papel en la prevención de enfermedades crónicas como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares.

Los hongos no solo aportan proteínas, vitaminas, y minerales esenciales, sino que también son una fuente significativa de compuestos bioactivos, como antioxidantes, que contribuyen a la prevención de enfermedades y al mantenimiento de la salud. Esta riqueza nutricional ha hecho que los hongos sean un complemento valioso en la dieta de muchas culturas a nivel global.

#### **3.2.1.4. Impacto de los hongos en la mejora de la calidad de vida**

El impacto de los hongos en la mejora de la calidad de vida va más allá de sus contribuciones en la nutrición y la economía. Los hongos desempeñan un papel fundamental en aspectos sociales y culturales, fortaleciendo el tejido comunitario y fomentando un sentido de identidad colectiva. En muchas comunidades rurales, la recolección, el cultivo y el uso de hongos están profundamente entrelazados con las tradiciones y costumbres locales, lo que contribuye a la cohesión social y la preservación del patrimonio cultural.

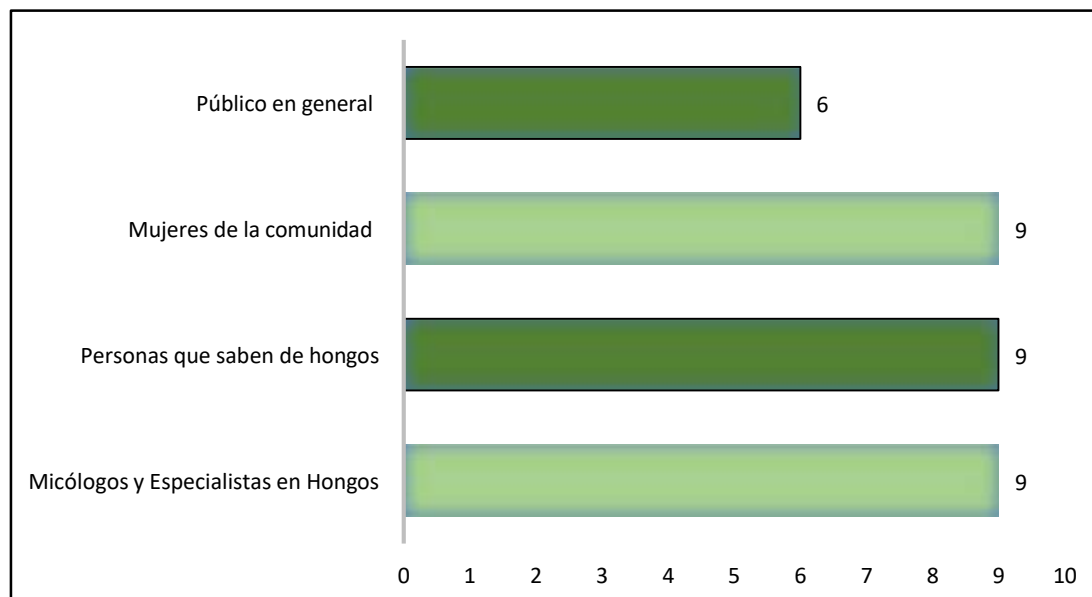
Además de sus beneficios culturales, los hongos también mejoran la calidad de vida a través de sus aplicaciones medicinales y su potencial para promover la salud pública. Diversas especies de hongos han sido reconocidas por sus propiedades inmunológicas y antioxidantes, lo que puede contribuir a la prevención de enfermedades y a la mejora general de la salud. En el ámbito educativo, los hongos brindan oportunidades para la formación en técnicas de cultivo y recolección, abriendo nuevas puertas para el desarrollo personal y profesional.

Dado el amplio espectro de beneficios que aportan los hongos, se ha realizado una evaluación para medir cómo diferentes grupos dentro de la comunidad perciben el impacto de los hongos en la mejora de la calidad de vida (figura 12).



**Figura 10.**

*Importancia de los hongos en la mejora de calidad de vida a partir de diferentes grupos*



La gráfica muestra que los micólogos y especialistas en hongos otorgan una valoración muy alta al impacto de los hongos en la mejora de la calidad de vida, situándolos en la Escala 9, lo que refleja su profundo conocimiento de los beneficios holísticos de los hongos. Las personas que saben de hongos también los valoran muy positivamente, ubicándolos en la Escala 9, mientras que los residentes locales los sitúan en la Escala 8, reconociendo los efectos positivos que los hongos tienen en su bienestar. Por su parte, el público en general, aunque con una valoración más moderada en la Escala (6), también percibe los beneficios que los hongos aportan a la calidad de vida en aspectos diversos.

Este reconocimiento general refleja cómo los hongos contribuyen no solo a la mejora de la salud y la nutrición, sino también a la creación de oportunidades educativas, laborales y a la cohesión social dentro de las comunidades.

En diversas regiones del mundo, como en Europa y Asia, los hongos han sido utilizados no solo como alimento, sino también como medicina tradicional. En China, por ejemplo, el hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*) ha sido utilizado durante siglos en la medicina tradicional china por sus propiedades inmuno-moduladoras y antioxidantes, las cuales contribuyen a la prevención de enfermedades y a la mejora de la longevidad (Wachtelet *al.*, 2011). Esta integración de los hongos en la medicina tradicional resalta su importancia en la mejora de la calidad de vida a través de la promoción de la salud y el bienestar general.

En el ámbito educativo y comunitario, los hongos ofrecen una plataforma única para el aprendizaje y el desarrollo personal. En Uganda, los programas de capacitación en cultivo de hongos han tenido un impacto significativo en las comunidades rurales, proporcionando no solo una fuente adicional de ingresos, sino también empoderando a las mujeres y jóvenes al brindarles habilidades valiosas que mejoran su estatus socioeconómico (Munyanziza, 1999). Estas iniciativas educativas no solo promueven la autosuficiencia, sino que también fortalecen el tejido social, fomentando un sentido de pertenencia y propósito dentro de la comunidad.

#### **3.2.1.5. Percepción de los beneficios nutricionales de los hongos**

La percepción de los beneficios nutricionales de los hongos ha ido en aumento en las últimas décadas, especialmente entre expertos en el campo de la micología y aquellos que tienen un conocimiento más profundo sobre el tema. Los hongos se valoran no solo por su riqueza en proteínas, vitaminas, minerales y fibra, sino también por sus propiedades medicinales. Algunas especies de hongos contienen compuestos bioactivos que pueden ayudar a prevenir enfermedades, fortalecer el sistema inmunológico y mejorar el bienestar general de las personas.

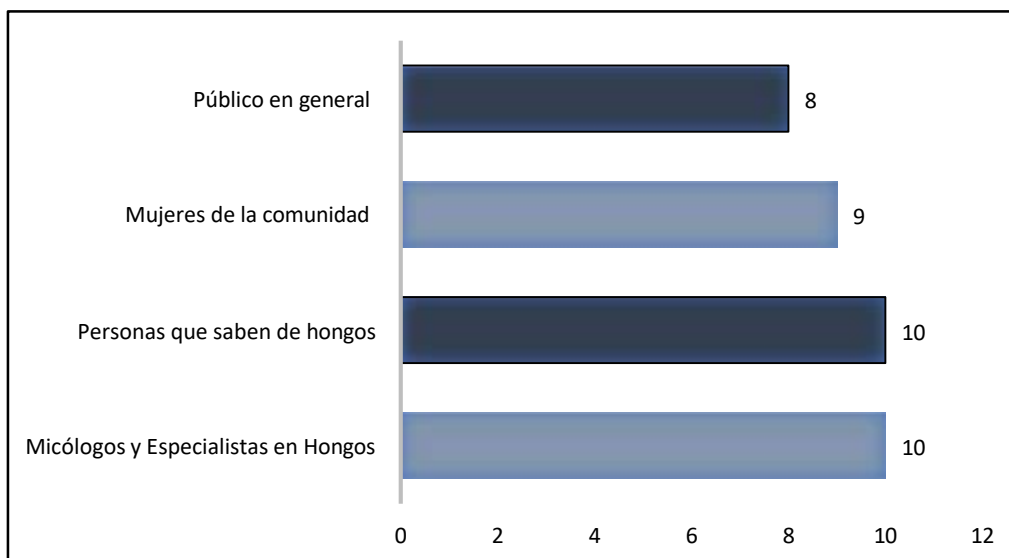
Además, su incorporación en la dieta regular puede ser una herramienta clave para la mejora de la salud pública, especialmente en comunidades donde la desnutrición o la falta de acceso a alimentos de alta calidad son problemáticas. Los hongos son bajos en calorías y grasas,

lo que los convierte en una excelente opción para quienes buscan una dieta equilibrada. El consumo regular de hongos puede contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes y ciertos tipos de cáncer, entre otros beneficios.

Debido a su potencial impacto positivo en la salud, se ha llevado a cabo una evaluación sobre cómo diferentes grupos de personas perciben los beneficios nutricionales de los hongos (Figura 13).

**Figura 11.**

*Importancia de los hongos en percepción de los beneficios nutricionales a partir de diferentes grupos.*



Como se muestra en la gráfica, los micólogos y especialistas en hongos valoran altamente los beneficios nutricionales evaluándolos en la Escala 10, lo que refleja su profundo conocimiento del sector y su capacidad para reconocer la viabilidad financiera de estos productos. Las personas que saben de hongos, como recolectores y productores, también tienen una valoración alta en la Escala 9, mientras que los residentes locales, muchas veces vinculados directamente con su producción, los sitúan en la Escala 8. El público en general, aunque reconoce los hongos como una fuente de ingresos, les da una valoración más moderada, en la Escala (6).

En diversos estudios, como el de Valverde *et al.*, (2015), se ha destacado que los hongos contienen antioxidantes, polisacáridos y otros compuestos que pueden ayudar a fortalecer el sistema inmunológico y reducir el riesgo de enfermedades crónicas, incluyendo enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Esto ha llevado a un creciente interés en la incorporación de hongos en dietas balanceadas y en programas de salud pública, especialmente en regiones donde la desnutrición es un problema prevalente (Valverde *et al.*, 2015).

El consumo de hongos no solo contribuye a la salud física, sino que también puede ser una herramienta para la educación nutricional. En muchas culturas, como las de Japón, China y México, la enseñanza sobre la recolección y el cultivo de hongos ha sido parte integral de la transmisión de conocimientos sobre alimentación saludable y prácticas sostenibles. Esta educación ha permitido a las comunidades locales no solo mejorar su nutrición, sino también diversificar sus fuentes de ingresos a través de la venta de hongos, lo que refuerza su importancia económica y social (Chang *et al.*, 2015).

La alta valoración de los beneficios nutricionales de los hongos, especialmente por parte de micólogos y expertos en el tema, subraya la comprensión de su potencial como super alimentos. Este reconocimiento no solo se limita a expertos, sino que también se extiende a recolectores, productores, y comunidades locales que dependen de los hongos como una fuente vital de alimentos y bienestar (Chang *et al.*, 2015).

### **3.2.2 Contribución económica**

#### **3.2.2.1. Importancia Económica de los Hongos Macromicetos**

Los hongos macromicetos juegan un papel esencial en la economía global debido a su valor en diversos sectores, incluyendo la alimentación, la medicina y la biotecnología. El cultivo y la comercialización de hongos comestibles y medicinales ha crecido significativamente en las últimas décadas, generando ingresos importantes para muchos países.

A nivel mundial, la industria de los hongos comestibles, encabezada por países como China, Estados Unidos, y la Unión Europea, representa miles de millones de dólares anuales. China es el principal productor de hongos comestibles, con más del 75% de la producción mundial, lo que incluye especies como el champiñón (*Agaricus bisporus*), el shiitake (*Lentinula edodes*) y el reishi (*Ganoderma lucidum*), que se utilizan tanto en la gastronomía como en la medicina tradicional. Según Royse *et al.*, (2017), la producción mundial de hongos comestibles alcanzó los 10 millones de toneladas anuales, con un mercado global valorado en más de 40 mil millones de

dólares. Este crecimiento está impulsado por la creciente demanda de productos orgánicos y saludables, así como por las propiedades medicinales atribuidas a ciertos hongos, como la mejora del sistema inmunológico y la reducción del colesterol.

En el contexto de América Latina, la industria de los hongos comestibles está en expansión. México, por ejemplo, es líder en la región tanto en la recolección de hongos silvestres como en el cultivo de especies comestibles. En México, el sector de los hongos aporta ingresos importantes a comunidades rurales que dependen de la recolección y venta de hongos silvestres como los hongos porcini y las trufas mexicanas, que tienen alta demanda en mercados gourmet internacionales (Guzmán *et al.*, 2008). El cultivo de hongos en países como Chile y Brasil también está creciendo, impulsado por la exportación a mercados internacionales y el creciente consumo interno.

En Ecuador, los hongos comestibles y medicinales han comenzado a tener un impacto en la economía local. Investigaciones como las de Cevallos *et al.*, (2012)

han identificado especies de hongos como *Suillus luteus*, que son recolectadas en plantaciones de pino, y se han promovido iniciativas para fomentar el cultivo de hongos a pequeña escala, lo que proporciona una fuente de ingresos para comunidades rurales y favorece la economía local.

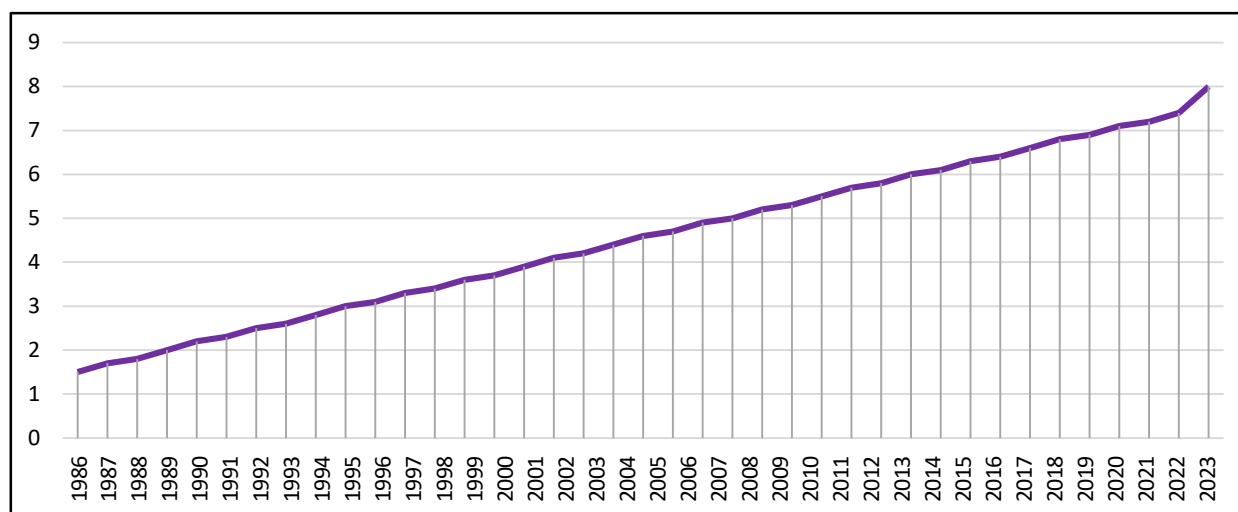
A nivel global, además de la industria alimentaria, los hongos tienen un impacto económico importante en el sector farmacéutico. Muchas especies de hongos producen compuestos bioactivos que son utilizados en la fabricación de medicamentos, como antibióticos y fármacos para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y cáncer. Por ejemplo, el compuesto lovastatina, extraído de ciertos hongos, es ampliamente utilizado para controlar el colesterol, lo que representa un mercado multimillonario en el sector de la salud (Royse *et al.*, 2017).

### **3.2.2.2. Valoración de los hongos como fuente de ingresos sostenibles**

La evolución del precio del hongo ha mostrado un incremento significativo desde el inicio del proyecto en 1986. Inicialmente, el precio por kilogramo de hongos frescos fue de \$1,50 USD, pero ha aumentado a \$8.00 USD por kilogramo en la actualidad, lo que representa un incremento del 433%. Este cambio refleja la creciente demanda y el reconocimiento del valor de los hongos en la comunidad de Pesillo, en el norte de Ecuador (INEFAN, 1998), donde la recolección de hongos ha sido una fuente significativa de ingresos para muchas familias (figura 9).

## Figura 12.

*Evolución del Precio del Hongo (1986-2024).*



La gráfica de la evolución del precio entre 1986 y 2024 destaca este crecimiento gradual, subrayando el impacto económico positivo que ha tenido la comercialización de los hongos en la región. Este aumento también se vincula a los esfuerzos de la comunidad para profesionalizar la recolección y procesamiento de hongos, generando un sustento importante para muchas familias. (INEFAN, 1998)

Los hongos son una fuente clave de ingresos para muchas comunidades rurales, debido a su valor tanto en los mercados locales como internacionales. Diversos estudios han demostrado que la recolección y el cultivo de hongos representan un medio de subsistencia sostenible en regiones con pocas oportunidades económicas. Según Boa, (2004) la recolección de hongos silvestres contribuye significativamente al bienestar económico de comunidades en África, Asia y América Latina, donde los hongos no solo se utilizan para consumo propio, sino también para la venta en mercados regionales. Además, en áreas como Europa del Este, la recolección de hongos silvestres como las trufas y los porcini tiene un alto valor económico, generando ingresos sustanciales para las familias que dependen de esta actividad (Yamin, 2011).

En América Latina, el estudio de Montoya *et al.*, (2008) revela que la recolección de hongos en México es una actividad económica crucial en las regiones rurales, donde más de 200 especies son recolectadas y comercializadas, tanto en mercados locales como internacionales. Este tipo de actividad permite a las familias diversificar sus ingresos y fortalecer su seguridad económica. En Ecuador, investigaciones recientes han demostrado que el cultivo de hongos

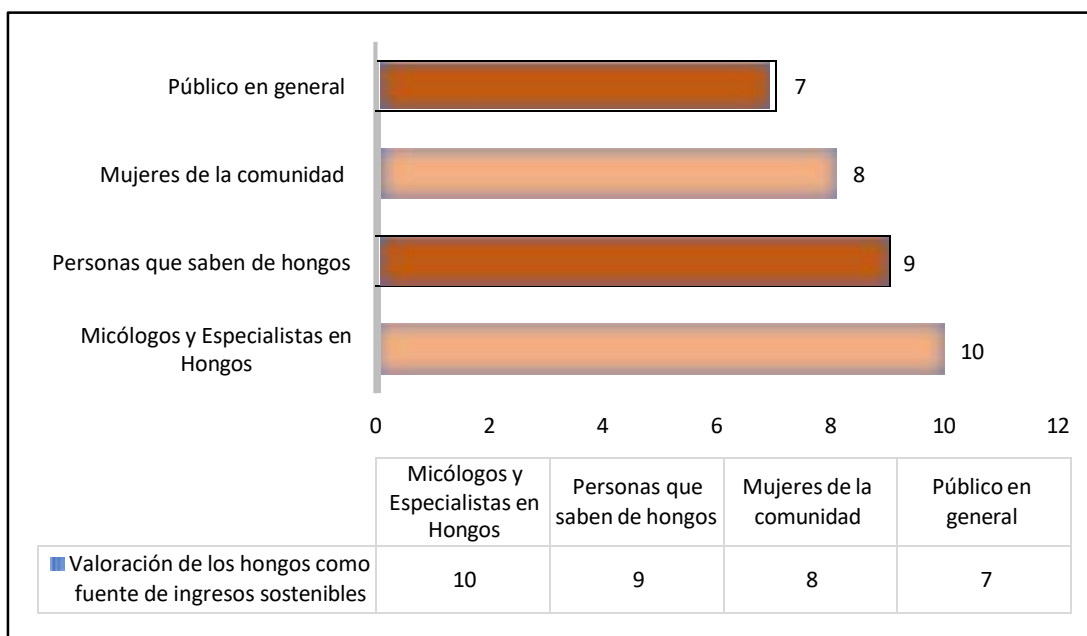
comestibles y medicinales está en crecimiento, lo que genera nuevas oportunidades económicas para las comunidades rurales (Valencia *et al.*, 2015).

La producción de hongos, tanto en bosques como en cultivos controlados, ofrece oportunidades que son a la vez sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. A diferencia de otros tipos de cultivos que pueden requerir grandes cantidades de tierra o agua, los hongos pueden crecer en áreas más pequeñas y bajo condiciones menos intensivas, lo que los convierte en una opción viable y ecológicamente sostenible para muchas familias. Además, los hongos tienen un valor comercial significativo en mercados locales y, en algunos casos, en mercados internacionales.

Dado su impacto tanto económico como ambiental, se realizó una evaluación sobre cómo diferentes grupos de la comunidad valoran los hongos como una fuente de ingresos sostenibles.

**Figura 13.**

*Valoración de los hongos en diferentes grupos de la comunidad y sociedad.*



Como se muestra en la gráfica, los micólogos y especialistas en hongos valoran altamente el potencial económico de los hongos, ubicándolos en la Escala 10, lo que refleja su profundo conocimiento del sector y su capacidad para reconocer la viabilidad financiera de estos productos. Las personas de la comunidad que saben de hongos, como recolectores y productores, también tienen una valoración alta en la Escala 9, mientras que los residentes locales, muchas veces

vinculados directamente con su producción, los sitúan en la Escala 8. El público en general, aunque reconoce los hongos como una fuente de ingresos, les da una valoración más moderada, en la Escala 6.

Estos resultados demuestran un amplio reconocimiento del potencial económico de los hongos, no solo como recurso natural, sino también como un producto comercializable que contribuye al desarrollo sostenible y al bienestar de las comunidades.

### **3.2.2.3. Importancia de los hongos en la economía local**

Los hongos desempeñan un papel fundamental en la economía local, particularmente en áreas rurales donde las oportunidades económicas pueden ser limitadas (FAO, 2020). La recolección, cultivo y comercialización de hongos se han convertido en una fuente vital de ingresos para muchas familias y comunidades. En estas zonas, los hongos no solo generan ingresos directos, sino que también contribuyen al desarrollo de habilidades empresariales y técnicas, fomentando la creación de empleos y el fortalecimiento de las economías locales.

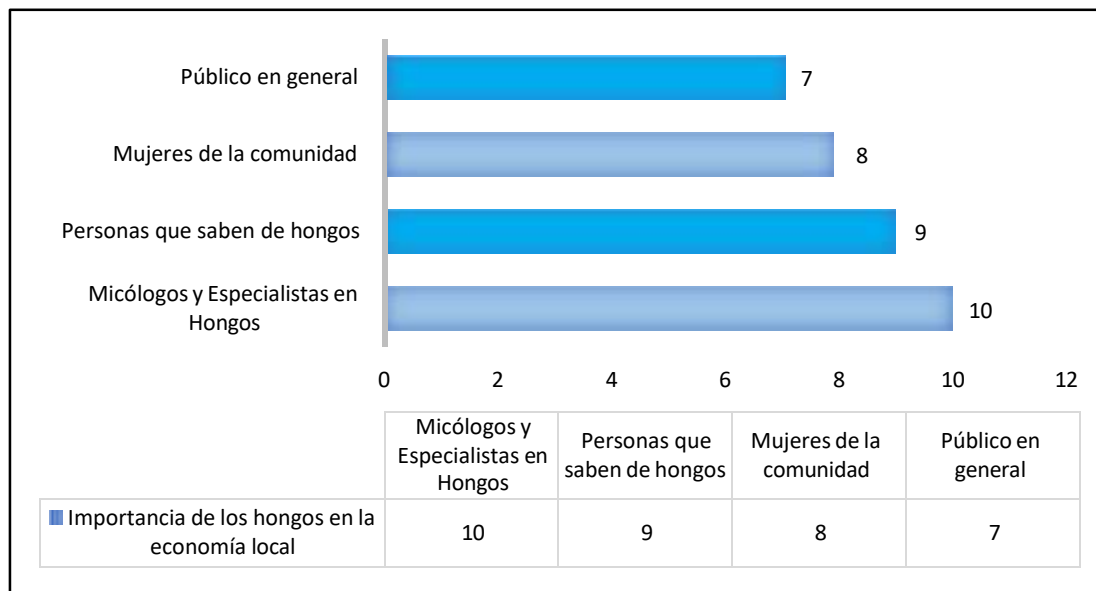
Además, los hongos ofrecen una alternativa sostenible en comparación con otros productos agrícolas que pueden tener un mayor impacto ambiental. La producción de hongos puede realizarse en áreas pequeñas y en ciclos relativamente cortos, lo que los convierte en una opción accesible y eficiente para las comunidades que buscan diversificar sus actividades económicas (Lores, 2016). El comercio de hongos también puede abrir oportunidades en mercados más amplios, permitiendo que las comunidades rurales accedan a cadenas de valor que trascienden el ámbito local.

Dado su impacto económico, se ha realizado una evaluación para medir la percepción de la importancia de los hongos en la economía local entre diferentes grupos (Figura 14).



**Figura 7.**

*Importancia de los hongos en la economía local a partir de diferentes grupos.*



### 3.2.3. Contribución Ecológica

#### 3.2.3.1 Importancia Ecológica de los Hongos Macromicetos

Los hongos macromicetos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas forestales y agroforestales debido a su capacidad para descomponer materia orgánica compleja, como la lignocelulosa, liberando nutrientes esenciales que mejoran la fertilidad del suelo. Además, los hongos micorrícicos, una categoría clave, forman asociaciones simbióticas con las raíces de las plantas, facilitando la absorción de agua y nutrientes, como el fósforo, lo que aumenta la resistencia de las plantas frente al estrés ambiental y previene la erosión en áreas sensibles (Lapitan *et al.*, 2018). Estos procesos son cruciales para el reciclaje de nutrientes, el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la estabilidad de los ecosistemas.

En ecosistemas como el sistema silvopastoril de La Magdalena y La Esperanza, *Suillus luteus* desempeña un papel destacado al mejorar la salud del suelo mediante la descomposición de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes, contribuyendo también a la producción sostenible de alimentos ricos en proteínas, vitaminas y minerales esenciales. Este hongo aprovecha recursos

naturales de manera sostenible y asegura la preservación del ecosistema, beneficiando tanto a plantas como a animales.

Los macromicetos, además de ser descomponedores, son importantes reguladores ecológicos al actuar como agentes de control biológico de plagas, lo que reduce la dependencia de pesticidas químicos y promueve la sostenibilidad. También fomentan la sucesión vegetal, proporcionando alimento y hábitat para diversas especies y regulando patógenos en los ecosistemas.

### **3.2.3.2 Contribución a la Biodiversidad**

Los hongos macromicetos son una pieza clave en la biodiversidad de los ecosistemas, especialmente en los bosques. Actúan como descomponedores, transformando materia orgánica en nutrientes esenciales para las plantas y otros organismos. Este proceso de descomposición es vital para el reciclaje de nutrientes en el suelo, asegurando la fertilidad y la salud del ecosistema. Además, muchos de estos hongos forman asociaciones simbióticas, como las micorrizas, que mejoran la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas, favoreciendo la diversidad vegetal.

En zonas con alta biodiversidad, como la subregión del Gran Mekong y otras áreas forestales, se ha demostrado que los hongos macromicetos juegan un papel crucial en la estabilidad y diversidad de las comunidades vegetales. Investigaciones recientes han indicado que la diversidad de estos hongos varía significativamente entre bosques nativos y plantaciones, con los primeros albergando una mayor diversidad de especies de macromicetos (Xu *et al.*, 2018). Esta diversidad de hongos también facilita la adaptación de los ecosistemas al cambio climático y a otros factores ambientales, contribuyendo a la resiliencia de los bosques frente a las perturbaciones (Lapitan *et al.*, 2018).

### **3.2.3.3. Relaciones Simbióticas**

Las relaciones simbióticas entre hongos macromicetos y plantas son fundamentales para la salud y la estabilidad de los ecosistemas. Un ejemplo destacado es la micorriza, una relación mutualista en la que hongos como *Suillus luteus* establecen asociaciones con especies de pinos, como *Pinus patula* y *Pinus radiata*. En este tipo de simbiosis, el hongo forma un manto micorrícico alrededor de las raíces de los pinos, extendiendo hifas que facilitan la absorción de nutrientes esenciales, como fósforo y nitrógeno, del suelo. Este intercambio beneficia tanto al hongo como al pino: el hongo recibe carbohidratos derivados de la fotosíntesis del árbol, mientras que el pino

obtiene nutrientes y aguas adicionales, mejorando su crecimiento y resistencia a condiciones adversas (Xu *et al.*, 2018yChen *et al.*, 2021).

En particular, *Suillus luteus* desempeña un papel crucial en la adaptación de los pinos a suelos pobres y a condiciones ambientales extremas, como sequías o suelos ácidos. Esta relación simbiótica ayuda a mejorar la salud general del ecosistema y facilita la reforestación al permitir que los pinos prosperen en áreas degradadas. La capacidad de *Suillus luteus* para mejorar la absorción de nutrientes en condiciones de estrés ha sido clave para su uso en programas de reforestación y en el mantenimiento de la salud del ecosistema forestal (Encyclopedia MDPI, 2021).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

La diversidad de especies de hongos macromicetos presentes en los sistemas agroforestales estudiados refleja la capacidad de estos sistemas para mantener una biodiversidad significativa, lo que contribuye tanto a la riqueza biológica como al equilibrio ecológico.

La evaluación social, económica y ecológica demostró que los hongos aportan la sostenibilidad de los sistemas agroforestales,

En lo ecológico juegan un papel esencial al actuar como descomponedores y formar relaciones simbióticas, como las micorrizas, que mejoran la fertilidad del suelo y facilitan la absorción de nutrientes por las plantas. Esto promueve la salud del suelo y la resiliencia de los ecosistemas, garantizando su estabilidad a largo plazo.

Además de su relevancia ecológica, la comercialización de hongos macromicetos, como *Suillus luteus*, ha demostrado ser una actividad económica rentable.

El impacto económico del cultivo y recolección de hongos ha sido particularmente positivo en comunidades como Pesillo y La Esperanza, donde ha generado ingresos estables para las familias, mejorando su calidad de vida.

#### 4.2. Recomendaciones

- Es esencial promover prácticas de manejo sostenible en los sistemas agroforestales para asegurar la conservación de la diversidad de hongos macromicetos. Esto incluye la educación y capacitación de las comunidades locales en técnicas de recolección que no perjudiquen la biodiversidad fúngica.
- Se recomienda seguir estrictamente los protocolos establecidos para la identificación taxonómica de hongos macromicetos. Esto incluye la recolección adecuada de especímenes, el uso de técnicas de descripción macroscópica y microscópica, y el envío de muestras a laboratorios especializados cuando sea necesario. La adopción de estos procedimientos asegurará una identificación precisa, evitando confusiones y errores que podrían afectar tanto la investigación científica como el uso seguro y sostenible de estos recursos naturales.

- Es crucial documentar y preservar el conocimiento tradicional relacionado con la recolección y uso de hongos macromicetos. Este conocimiento es invaluable para el manejo sostenible de los recursos naturales y para la conservación de la identidad cultural de las comunidades rurales.

### Referencias bibliográficas

- Alonso. (2012). *Conceptos Basicos Sobre Hongos Macromicetos*.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2005). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. . Pnuma.
- Anderson, I. C., & Cairney, J. W. (2007). Diversity and ecology of soil fungal communities: increased understanding through the application of molecular techniques. *Environmental Microbiology*, 683-694.
- Añazco, R. M., Vallejos, Á. H., & Erazo García, N. M. (2023). *Aliso de Nepal Alnus nepalensis D. Don. en el Ecuador: ecología-silvicultura-economía*. . Guayas: Editorial CIDE.
- Batallas. (2020). *Presencia y distribución de hongos en la región andina del Ecuador*. Quito: Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO).
- Batallas, R. (2016). *Caracterización morfológica y molecular de cuatro especies de hongos comestibles y medicinales en zonas de cultivo de la comunidad kichwa de Oglán - Pastaza, Ecuador*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Batallas, R. (2020). 40Listado de la colección de hongos (Ascomycota y Basidiomycota) del Herbario Nacional del Ecuador (QCNE) del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO). *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías*, 38-71.  
doi://https://doi.org/10.18272/aci.v12i1.1755
- Bermudez, M. (2023). *Uso de macromicetos por pueblos indígenas y comunidades*. . Bogota: Pontificiaa Universidad Javeriana. .
- Beyer, D. M., Collins, H. L., & D'Amore, T. (2014). Utilization of agricultural wastes for mushroom cultivation. . *Journal of Environmental Management*, 140, 189-197.  
doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.03.030

- Boa, E. (2004). Wild edible fungi: A global overview of their use and importance to people. .  
*Food and Agriculture Organization of the United Nations.*
- Bonito, G., Reynolds, H., Robeson, M. S., Nelson, J., Hodkinson, B. P., Tuskan, G., & Wright, M. (2014). (2014). "Interacciones planta-suelo en comunidades fúngicas neotropicales: una perspectiva de red desde la filosfera y la rizosfera." . *Mycologia*, 912-923.
- Cano, A., & Romero, L. (2016). Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista Chilena de nutricion*, 75-80.  
doi:doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100011
- Cevallos, G., Palacios, W., & Rosero, A. (2012). Diversidad de hongos macromicetos en bosques andinos de Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Micología*, 4(1), 35-42.
- Chang, S. T., & Miles, P. G. (2004). Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. . *CRC Press.*
- Chang, S. T., & Miles, P. G. (2004). Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. *CRC Press.*
- Chen, H., Ding, G., & Li, K. (2021). Proteomic Insight into the Symbiotic Relationship of *Pinus massoniana* Lamb and *Suillus luteus* towards Developing Al-Stress Resistance. *Life*, 11(2), 177. doi:https://doi.org/10.3390/life11020177
- Chen, H., Li, Y., & Zhang, W. (2018). Ecology of macromycetes in agroforestry systems in China. *Forest Ecology and Management*, 301-310.  
doi:https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.011
- Cheung, P. C. (2008). Mushrooms as functional foods. . *Wiley-Interscience.*
- CORFO. (s.f.). *HONGSUTO*. . (E. U. d. Magallanes, Editor) Obtenido de  
<https://kataix.umag.cl/sib-aysen/hongusto/meet-fungi/>

- Dias, E. S. ((2010)). Mushroom cultivation in Brazil: challenges and opportunities. . *World Society for Mushroom Biology and Mushroom Products (WSMBMP) Bulletin*.
- Dollinger, J., & Jose, S. (2018). Agroforestry for soil health. *Agroforestry Systems*, 213–219.  
doi:DOI: 10.1007/s10457-018-0218-x.
- Eberhart, J. R., Stone, M., & Boddy, L. (2016). Ecological impact of fungal harvesting and its effects on fungal diversity.,. *Mycological Research*, 120(9), 1131-1142.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.mycres.2016.06.006>
- Encyclopedia MDPI*. (2021). Obtenido de Mycorrhiza in Pines.: <https://encyclopedia.pub>
- FAO. (2017). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.  
Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.:  
Disponible en: [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO. (2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. .  
Obtenido de El papel de los hongos silvestres en la seguridad alimentaria y la nutrición. :  
<http://www.fao.org/hongos-seguridad-alimentaria>
- García, C., & Gómez, E. (2015). Competition and microclimate as structuring factors of macromycete communities in temperate forests. *Mycological Research*, 620-628.
- García, M. A., & Pérez, J. J. (2020). *El papel cultural y económico de los hongos en comunidades locales*. Salamanca: Universidad de Salamanca Press.
- Giraldo, C., Escobar, F., Chará, J., & Calle, Z. (2011). The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity*, 115-122.
- Godoy, R., Bravo, G., & Valenzuela, E. (2018). Diversidad de hongos en sistemas de pino radiata en Chile. *Revista Chilena de Micología*, 12-24.



- Gomez, M., & Gutierrez, K. (2014 ). *Caracterización Taxonómica y Química de Hongos Macromicetos del Jardín Botánico de la Universidad Tecnológica de Pereira*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Granados, A., & Torres, M. (2017). Interacción entre hongos y sistemas silvopastoriles en plantaciones de *Pinus patula*. *Boletín de Micología Aplicada*.
- Granados, J., & Torres, E. (2017). “*DIAGNÓSTICO SITUACIONAL AGROSOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE HONGO SILVESTRE COMESTIBLE (Suillus luteus), EN TRES COMUNIDADES CAMPESINAS DEL DISTRITO DE INCAHUASI - LAMBAYEQUE*”. Lambayeque, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”.
- Guicalpi, E., Caranqui, J., & Batallas, R. (2020). Diversidad de macromicetos en el bosque palictahua Cantón Penipe, provincia. *Dominio de las ciencias*, 640-652. doi: doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1238>
- Guzmán, G. ((2008).). Hallucinogenic Mushrooms in Mexico: An Overview. . *Economic Botany*.
- Guzmán, G. (2008). *Los Hongos de México: Diversidad, usos y aplicaciones*. . Ciudad de México.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hall, I. R., Stephenson, S. L., & Buchanan, P. K. (2003). Edible and Poisonous Mushrooms of the World. *Timber Press*.
- Hernandez, E., Bañuelos, J., & Trejo, D. (2021). Revisión: Distribución y efecto de los hongos micorrízicos. *Revista de Biología Tropical*. doi:<https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69i2.42256>

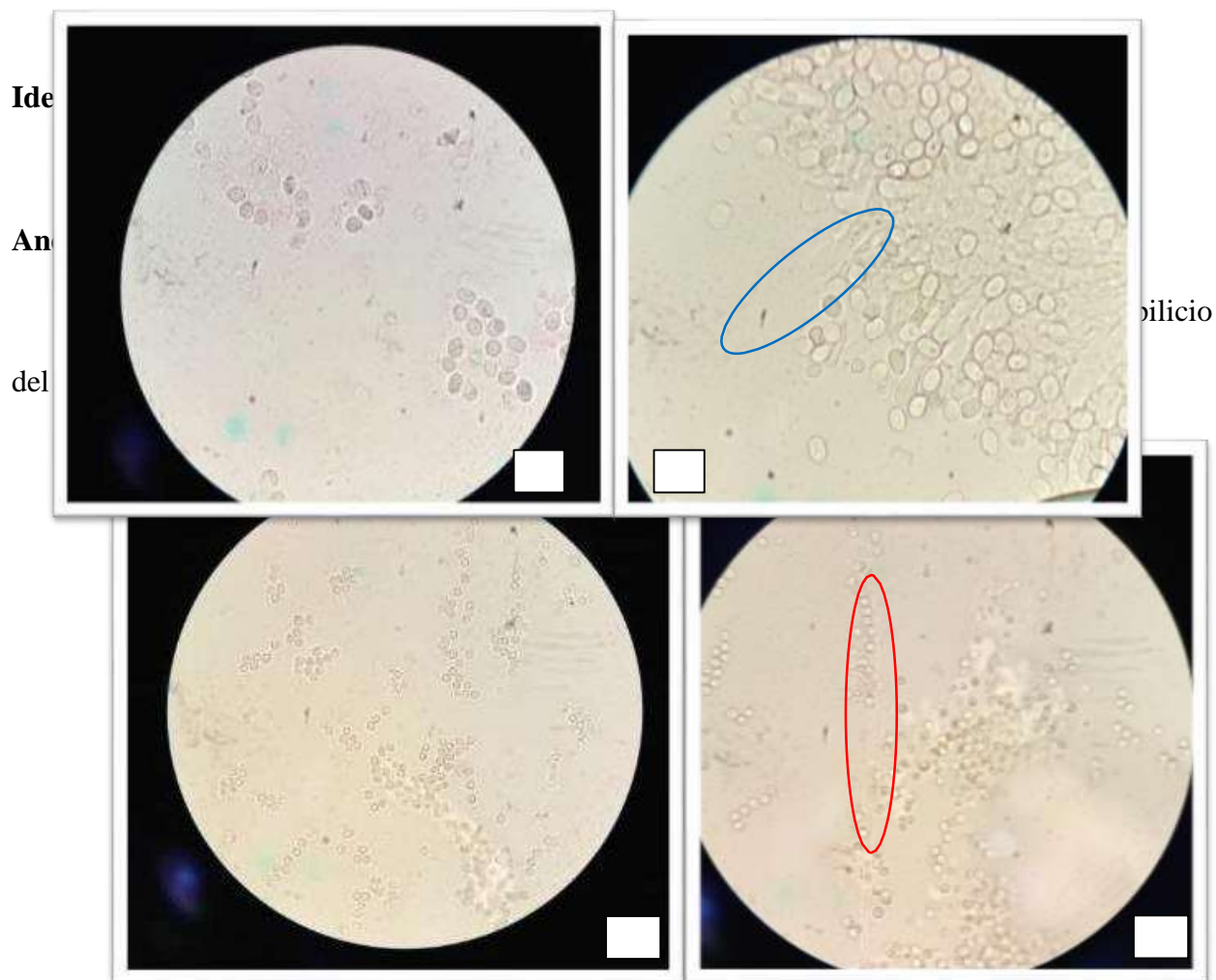
- Hernández, R., & Pérez, L. (2023). Adaptaciones ecológicas de los hongos macromicetos en suelos pobres en nitrógeno. . *Revista Internacional de Micología*, 12(3), 45-60., 12(3), 45-60. Obtenido de <https://revistamicologia.org/adaptaciones-hongos-nitrogeno>.
- INEFAN. (1998). *Producción y Coercialización de Hongos Secos de Pino*. Quito: Centro Forestal Conocoto.
- Jones, M. D., Durall, D. M., & Cairney, J. W. (2010). Ectomycorrhizal fungal communities in young forest stands regenerating after clearcut logging. *New Phytologist*, 399-422.
- Lamprecht, H. (1990). *Manual de Inventarios Forestales y Muestreo en Sistemas Agroforestales*. Instituto de Silvicultura para los Trópicos y Subtrópicos. Universidad de Göttingen.
- Lapitan, P. G., Fernando, E. S., & Suh, M. H. (2018). *Biodiversity and natural resources conservation in protected areas*. University of the Philippines Press.
- Li, J., Zhang, J., & Wu, H. (2018). Medicinal properties of mushrooms: Applications in traditional medicine and modern therapeutics. . *Journal of Medicinal Food*, 21(5), 454-463. doi:<https://doi.org/10.1089/jmf.2018.4244>
- Li, Q., Chen, Y., & Zhang, R. (2014). Macromycete diversity in tea agroforests of Yunnan, China. *Biodiversity Research*.
- Lores, M. (2016). El maravilloso mundo de los hongos: Composición, propiedades y beneficios para la salud. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(2), 115-123.
- Lücking, R. (2021). Fungal biodiversity and conservation. *Nature Microbiology Reviews*. doi:<https://doi.org/10.1038/s41579-020-00497-8>
- Magurran, A. E. (2004). *Medición de la Diversidad Biológica*. Oxford: Editorial Blackwell Publishing.

- Martínez de Aragón, J., Fischer, C., & Bonet, J. A. (2007). Efectos de la diversidad de hongos micorrícicos en plantaciones de pino. *Forest Ecology and Management*, 315-324.
- Martínez, M., & González, A. (2015). "Índices de diversidad en sistemas agroforestales: un estudio de caso". *Revista de Gestión Ambiental*, 68-76.
- Martinez, P., & Rojas, C. (2020). El papel de los hongos en la nutrición humana: Una revisión. . *Revista de Ciencias Alimentarias*, 35(2), 45-60.
- Mata, G., Alvarado, G., & Griselda, B. (2015). Importancia de la domesticación en la conservación de los hongos silvestres comestibles en México. *Bosque (Valdivia)*, 151-161.
- Mendarte, S., & Fike, J. (2019). Methodology to rapidly quantify understory forage quality in *Pinus radiata* stands. . *Agroforestry Systems*, 93(1), 67-79. doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00368-5>
- Mendoza, A. .. (2009). *DOCUMENTO BORRADOR DE REFERENCIA PROTOCOLO DE MANEJO DE COLECCIONES DE HONGOS*. Costa Rica: INBio. .
- Montenegro, J. (2016). Distribución de hongos macromicetos en sistemas silvopastoriles. . *Revista de Ecología Forestal*.
- Montoya, A., Hernández, J. X., & Mapes, C. (2008). Wild mushroom use and traditional knowledge among the Popoloca in Mexico. . *Mycological Research*, 112(5), 550-556.
- Mshandete, A., & Cuff, J. (2008). Cultivation of edible mushrooms for improved nutrition and food security in Sub-Saharan Africa. . *African Journal of Biotechnology*.
- Munyanziza, E. (1999). Mushroom cultivation in Africa: Improving food security and income for rural households. . *FAO Agricultural Services Bulletin*.

- North American Mycological Association. . (2023). *Mushroom Poisoning Syndromes*. Obtenido de [https://www.namyco.org/mushroom\\_poisoning\\_syndromes.php](https://www.namyco.org/mushroom_poisoning_syndromes.php).
- Pent, G., & Fike, J. (2019). Lamb productivity in silvopastoral systems using honey locust pods. , . *Agroforestry Systems*, 93(2), 83-94. . doi:<https://doi.org/10.1007/s10457-019-00369-5>
- Peña, C. E., & Eno, M. L. (2014). Conocimiento y uso tradicional de hongos silvestres de las comunidades campesinas asociadas a bosques de roble en la zona de influencia de la Laguna de Fúquene, Andes Nororientales. *Revista de Etnobiología*. Obtenido de <https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/r54vp>.
- Royse, D. J. (2014). A global perspective on the high five: Agaricus, Pleurotus, Lentinula, Auricularia & Flammulina. *Science and Cultivation of Edible Fungi*.
- Royse, D. J., Baars, J., & Tan, Q. (2016). Current overview of mushroom production in the world. In *Edible and Medicinal Mushrooms. Technology and Applications*. John Wiley & Sons.
- Royse, D. J., Baars, J., & Tan, Q. (2017). *Current overview of mushroom production in the world*. In: Zied, D.C., & Pardo-Giménez, A. (Eds.) *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*. . John Wiley & Sons.
- Sanchez, J. (2023). Macromicetos asociados con *Carya illinoensis*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 94.
- Sánchez, M., Pérez, J., & Gómez, A. (2021). La recolección de hongos y su importancia en el sustento económico y cultural. *Estudios Ambientales*, 42(3), 75-89.
- Santos, D. F., Ferreira, J. B., & Goulart, L. A. (2014). Bioremediation potential of fungal species in contaminated environments. *Environmental Science and Pollution Research*, ., 21(20), 12130-12143. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-014-3142-2>

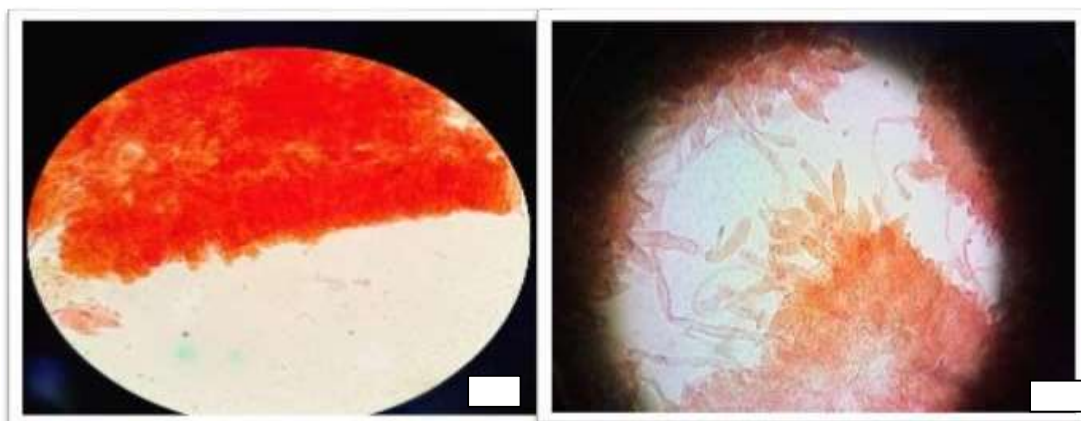
- Sebola, N., & Melesse, A. (2019). Nutritional value of *Moringa oleifera* in silvopastoral systems. *South African Journal of Animal Science*, 49(4), 562-573.  
doi:<https://doi.org/10.4314/sajas.v49i4.7>
- Smith, J., Brown, A., & Davis, R. (2010). Diversity of macromycetes in coffee agroforestry systems in Brazil. *Journal of Agricultural and Environmental Research*, 123-135. doi:  
<https://doi.org/10.1016/j.jar.2010.01.002>
- Smith, S. E., Read, D. J., & Harley, J. L. (2011). Mycorrhizal symbiosis. *Academic Press*.
- Sridhar, K. R., & Deshmukh, S. K. (2023). *Ecology of Macrofungi: An Overview*. Routledge.  
Obtenido de Ecology of Macrofungi: An Overview. Routledge.
- Suarez, D. (2004). Diversity and Structural Analisis of Aphylophorales of the Protected Forest. En D. Suarez, *Diversity and Structural Analisis of Aphylophorales of the Protected Forest*. Quito: Escuela de Biología U. Central del Ecuador;.
- Valencia, I., Suárez, C., & Naranjo, M. (2015). *Cultivo de hongos comestibles en comunidades rurales de Ecuador: Perspectivas económicas y sociales*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T., & Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. . *International Journal of Microbiology*.
- Velásquez, L., Saldarriaga, Y., García, G., & Pineda, F. (2017). Técnicas para la recolección y estudio macroscópico de hongos macromicetos. *Actualidades Biológicas*, 47–52.  
doi:<https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330080>

- Wachtel-Galor, S., Yuen, J., & Benzie, I. F. (2011). *Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi): A Medicinal Mushroom. In *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. . *CRC Press*.
- Xu, J., Hyde, K. D., & Mortimer, P. E. (2018). Native Forests Have a Higher Diversity of Macrofungi Than Comparable Plantation Forests in the Greater Mekong Subregion. *Forests*, 9(7), 402. doi: <https://doi.org/10.3390/f9070402>.
- Yamin-Pasternak, S. (2011). The Real Mushroom in the Imaginary World: Food, Magic, and Power in the Russian North. *Journal of American Folklore*.
- Yamin-Pasternak, S. (2011). The socio-economic role of wild edible fungi in local livelihoods in East Europe and Siberia. *Economic Botany*, 65(2), 157-170.
- Zhang, L., Zhang, W., & Zhang, X. (2020). Application of fungi in agriculture: From traditional uses to modern biotechnological applications. . *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 290. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106810>



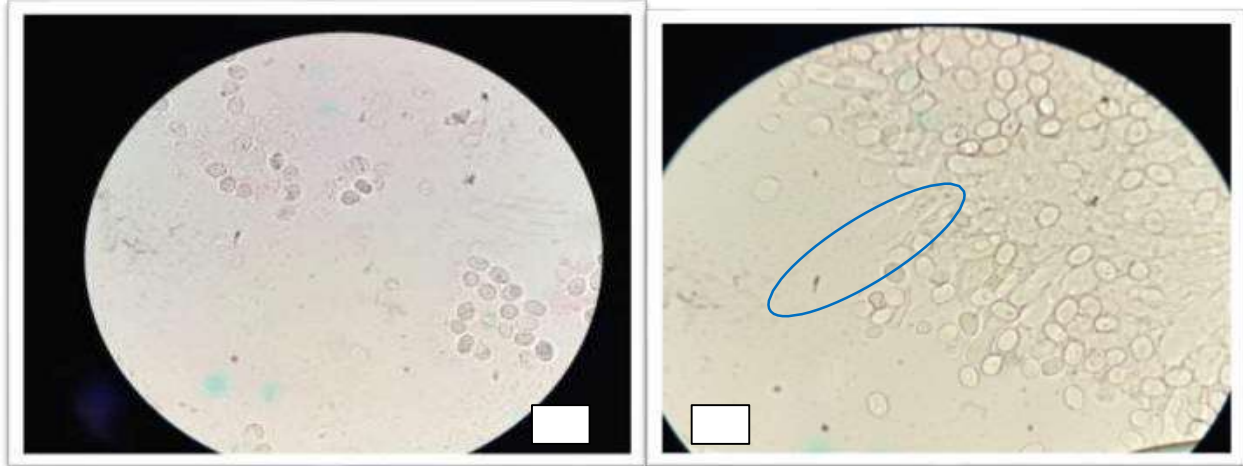
### Anexo C2. Basidios juveniles y cistidios de *Pholiota sp.*

Descripción: Imagen de basidios juveniles y cistidios observados en la muestra de *Pholiota sp.*



**Anexo C3. Basidiosporas subglobosas de *Laccaria fraterna***

Descripción: Fotografía de las basidiosporas subglobosas e hialinas de *Laccaria fraterna*, observadas bajo microscopía.

**Anexo C4. Basidios y basidiosporas subglobosas de *Stropharia sp.***

Descripción: Fotografía de basidios gruesos y basidiosporas subglobosas observadas en la muestra juvenil de *Stropharia sp*



## Anexo B. Tablas

### Anexo B1. Clasificación taxonómica de *Lycoperdon sp.*

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Basidioma globosa de 3.3 cm de altura,
Phyllum: <i>Basidiomycota</i>	blanca con exoperidio pruinoso. Endoperidio
Clase: <i>Agaricomycetes</i>	carnoso y crema de 0.3 mm de diámetro. Gleba
Orden: <i>Agaricales</i>	húmeda y pastosa de color plomo verdoso.
Familia: <i>Lycoperdaceae</i>	Presenta rizomorfos blancos.
Género: <i>Lycoperdon</i>	
Especie: <i>Lycoperdon sp.</i>	

### Anexo B2. Clasificación taxonómica de *Pholiota sp.*

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de 4.5-5.5 cm de diámetro, plano
Phyllum: <i>Basidiomycota</i>	con el centro umbonado, superficie seca y
Clase: <i>Agaricomycetes</i>	escuamulos café oscuros. Estípite central
Orden: <i>Agaricales</i>	concolor al pileo, con superficie acostillada.
Familia: <i>Strophariaceae</i>	
Género: <i>Pholiota</i>	
Especie: <i>Pholiota sp.</i>	

**Anexo B3. Clasificación taxonómica de *Laccaria fraterna***

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: <i>Fungi</i>	Pileo de 3.8 cm, convexo y rosáceo,
Phyllum: <i>Basidiomycota</i>	con superficie estriada. Estípite central de
Clase: <i>Agaricomycetes</i>	7.3 cm, con rizomorfos.
Orden: <i>Agaricales</i>	
Familia: <i>Hydnangiaceae</i>	
Género: <i>Laccaria</i>	
Especie: <i>Laccaria fraterna</i>	

**Anexo B4. Clasificación taxonómica de *Stropharia sp.***

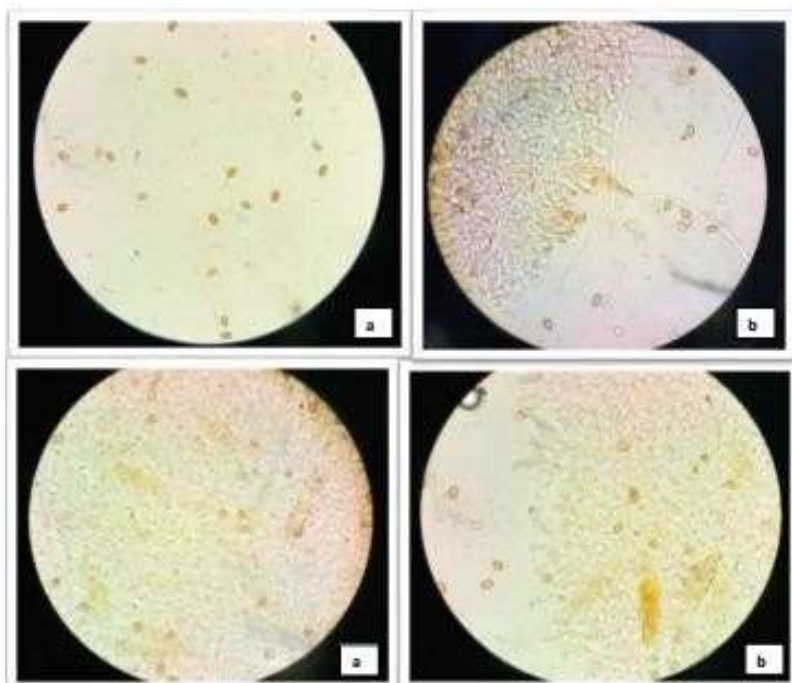
Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: <i>Fungi</i>	Pileo campanulado de 1 cm de
Phyllum: <i>Basidiomycota</i>	diámetro, anaranjado con el centro rojo
Clase: <i>Agaricomycetes</i>	conchevino. Estípite de 6.8 cm de alto, crema
Orden: <i>Agaricales</i>	y blanco hacia la base.
Familia: <i>Strophariaeae</i>	
Género: <i>Stropharia</i>	
Especie: <i>Stropharia sp.</i>	

*Identificación De Hongos Maccromicetos en la Esperanza sector Pangaladera*

**Anexo C. Fotografías**

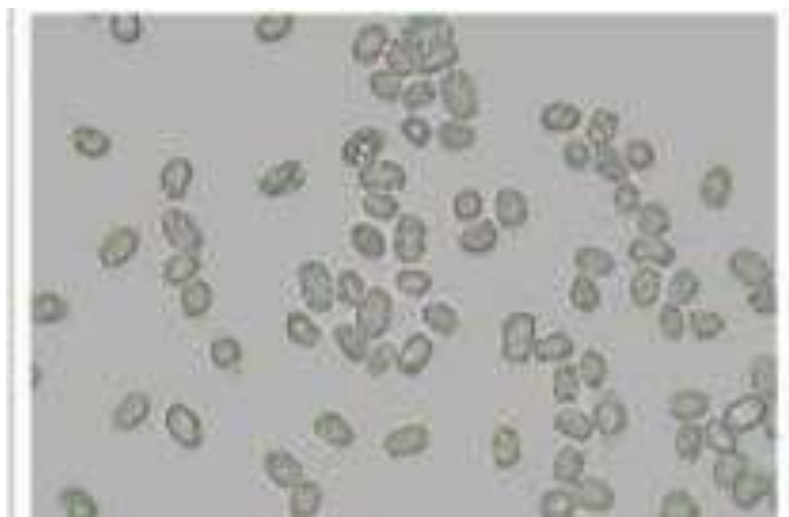
**Anexo C1. Fotografía de *Agrocybe pediades***

Descripción: Imagen observada en el laboratorio de la muestra 1 de *Agrocybe pediades*.

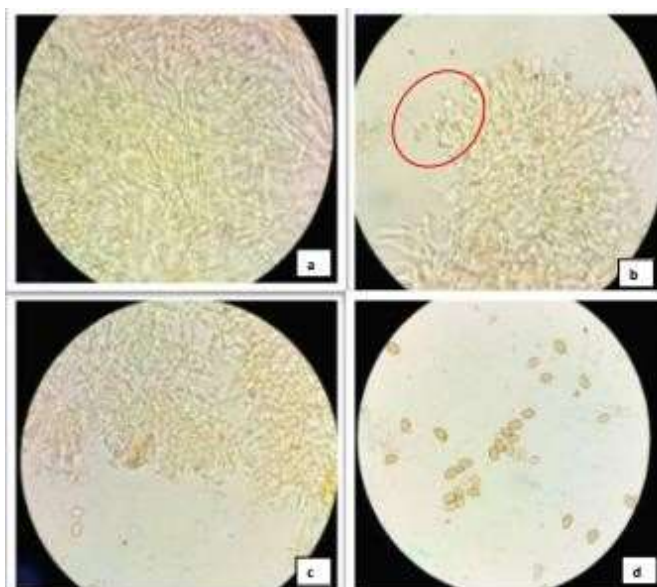


**Anexo C2. Fotografía de *Hygrocybe conica***

Descripción: Imagen observada en el laboratorio de la muestra 2 de *Hygrocybe conica*.

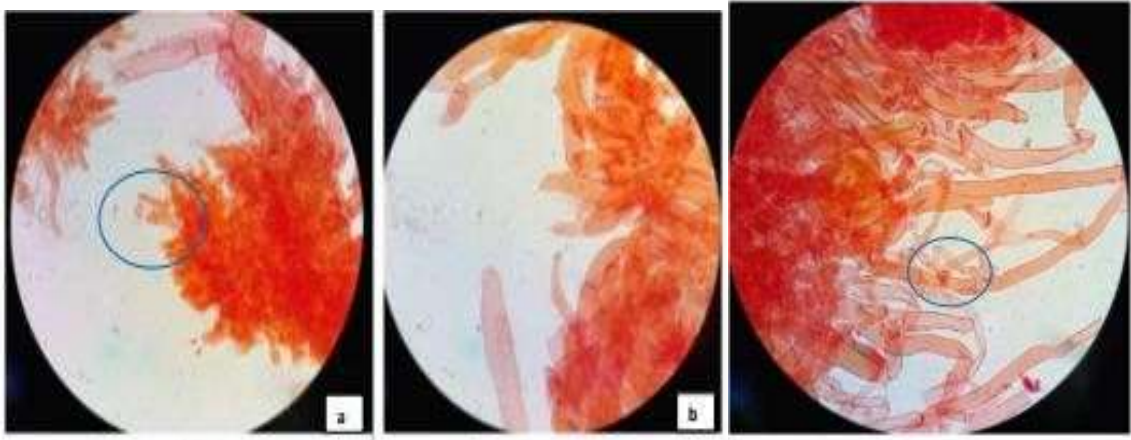
**Anexo C3. Fotografía de *Agrocybe cf. paludosa***

Descripción: Imagen observada en el laboratorio de la muestra 3 de *Agrocybe cf. paludosa*.

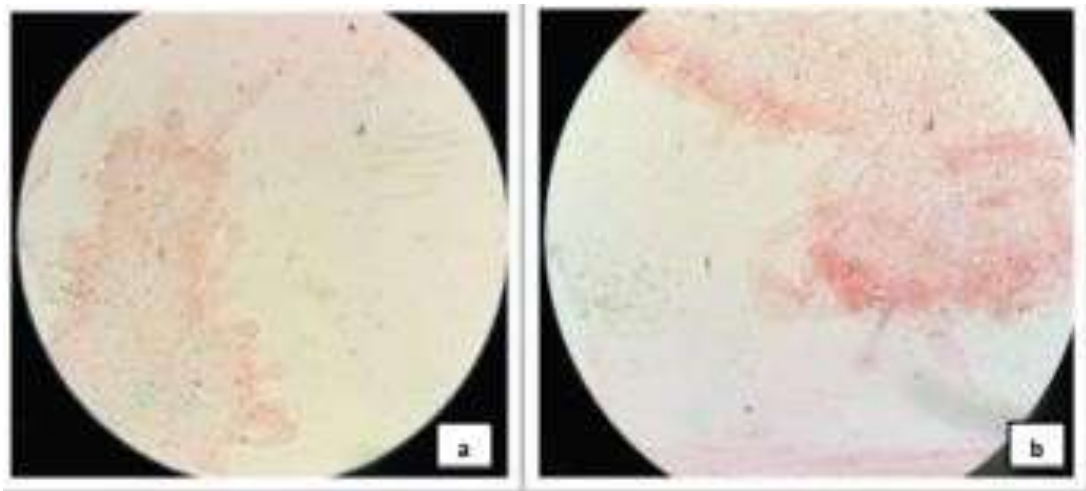


**Anexo C4. Fotografía de *Hebeloma leucosarx***

Descripción: Imagen observada en el laboratorio de la muestra 4 de *Hebeloma leucosarx*.

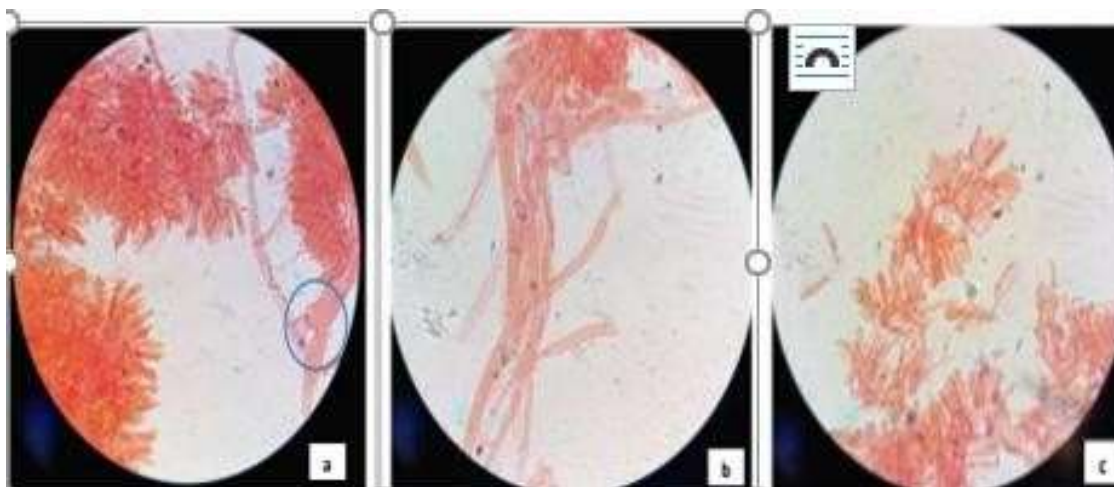
**Anexo C5. Fotografía de *Bolbitius titubans***

Descripción: Imagen observada en el laboratorio de la muestra 5 de *Bolbitius titubans*.

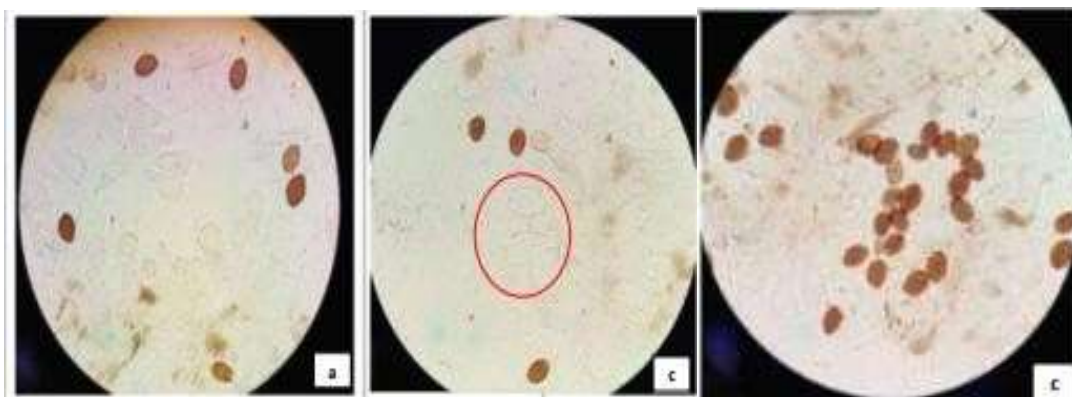


**Anexo C6. Fotografía de *Hebeloma* sp.**

Descripción: Imagen observada en el laboratorio de la muestra 6 de *Hebeloma* sp..

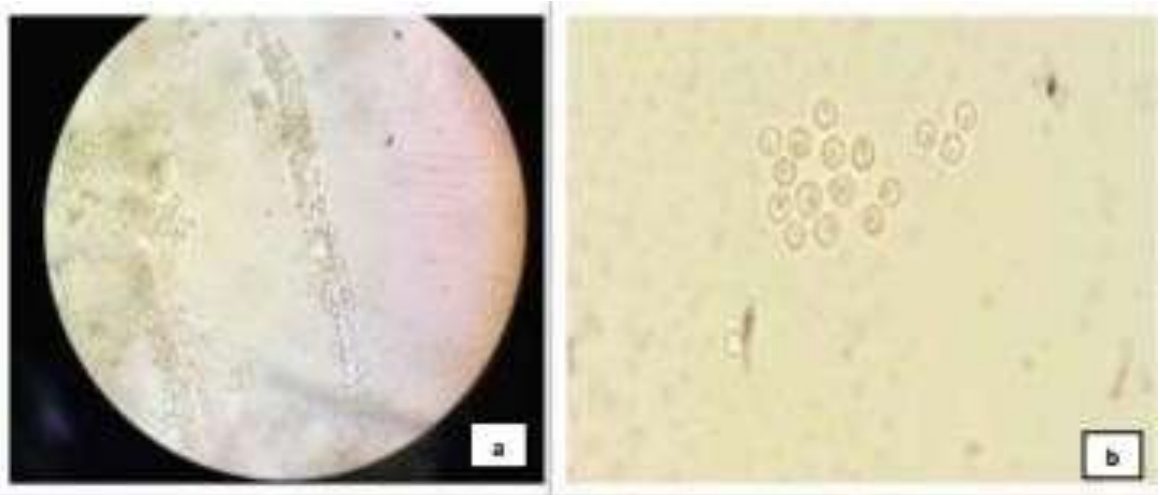
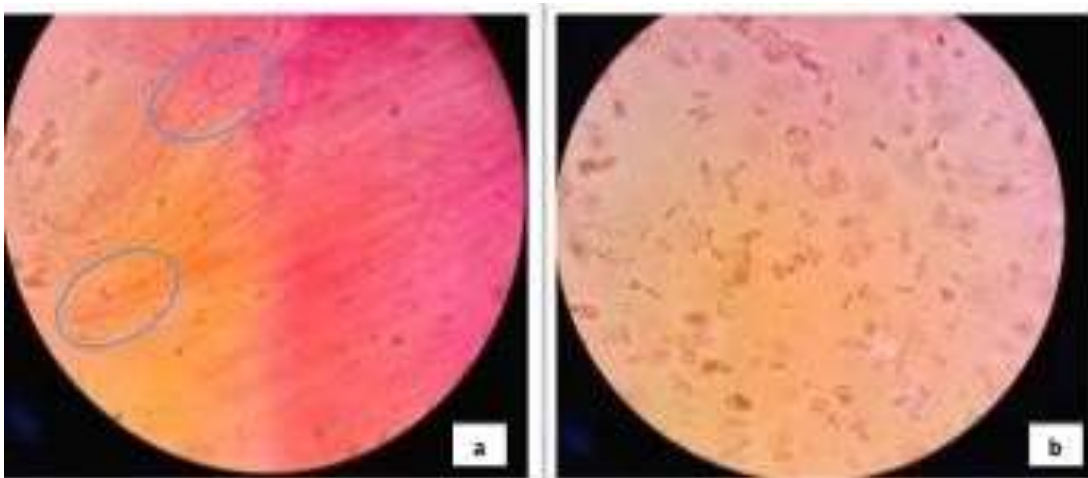
**Anexo C7. Fotografía de *Conocybe apala***

Descripción: Imagen observada en el laboratorio de la muestra 7 de *Conocybe apala*.



**Anexo C8. Fotografía de *Lycoperdon lividum***

Descripción: Imagen observada en el laboratorio de la muestra 8 de *Lycoperdon lividum*

**Anexo C9. Fotografía de *Suillus luteus***



## Anexo B. Tablas

### Anexo B1. Clasificación taxonómica de *Agrocybe pediades*

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 1, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Agrocybe pediades</i>	
Especie: <i>Agrocybe pediades</i>	

### Anexo B2. Clasificación taxonómica de *Hygrocybe conica*

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 2, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Hygrocybe conica</i>	
Especie: <i>Hygrocybe conica</i>	



**Anexo B3. Clasificación taxonómica de *Agrocybe cf. paludosa***

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 3, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Agrocybe cf. paludosa</i>	
Especie: <i>Agrocybe cf. paludosa</i>	

**Anexo B4. Clasificación taxonómica de *Hebeloma leucosarx***

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 4, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Hebeloma leucosarx</i>	
Especie: <i>Hebeloma leucosarx</i>	

**Anexo B5. Clasificación taxonómica de *Bolbitius titubans***

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 5, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Bolbitius titubans</i>	
Especie: <i>Bolbitius titubans</i>	

**Anexo B6. Clasificación taxonómica de *Hebeloma sp.***

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 6, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Hebeloma sp.</i>	
Especie: <i>Hebeloma sp.</i>	

### Anexo B7. Clasificación taxonómica de *Conocybe apala*

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 7, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Conocybe apala</i>	
Especie: <i>Conocybe apala</i>	

### Anexo B8. Clasificación taxonómica de *Lycoperdon lividum*

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 8, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Lycoperdon lividum</i>	
Especie: <i>Lycoperdon lividum</i>	

### **Anexo B9. Clasificación taxonómica de *Suillus luteus***

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 9, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Suillus luteus</i>	
Especie: <i>Suillus luteus</i>	

### **Anexo B10. Clasificación taxonómica de *Agrocybe pediades***

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 10, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Agrocybe pediades</i>	
Especie: <i>Agrocybe pediades</i>	

### Anexo B11. Clasificación taxonómica de *Laccaria laccata*

Clasificación Taxonómica	Descripción Macroscópica
Reino: Fungi	Pileo de la muestra 11, con
Phyllum: Basidiomycota	características específicas observadas en
Clase: Agaricomycetes	campo y laboratorio.
Orden: Agaricales	
Familia: Strophariaceae	
Género: <i>Laccaria laccata</i>	
Especie: <i>Laccaria laccata</i>	

### Anexo C. Fotografía

#### Anexo C10 Entrevistas a Especialistas en Hongos



**Anexo C11** Entrevistas a Especialistas en Hongos**Anexo C12** Entrevistas a Especialistas en Hongos**Anexo C13** Entrevistas a Especialistas a micologos





**Anexo C14** Entrevistas recolección de Hongos macromicetos



**Anexo C15** Modelo de encuesta sobre el conocimiento de Hongos macromicetos

## Encuesta sobre Conocimiento y Opiniones sobre Hongos

### Instrucciones:

Por favor, responde a las siguientes preguntas marcando la opción que mejor describe tu conocimiento y opiniones.

1. Nombre

Escriba su respuesta

2. Correo Electronico

Escriba su respuesta

3. Ocupacion

Escriba su respuesta

4. ¿Has visto hongos en tu entorno (parques, jardines, etc.)?

si

no

5. ¿Te parecen interesantes los hongos?

si

no

no tengo opinion

## Anexo C11 Modelo de encuesta sobre el conocimiento de Hongos macromicetos

6. crees que los hongos son importantes en el medio ambiente

si

no

7. ¿Te gustaría aprender más sobre los hongos?

si

no

ta lvez

8. ¿Has visto hongos en tiendas o mercados (por ejemplo, para comer)?

si

no

9. ¿Crees que los hongos pueden ser peligrosos?

si

no

10. ¿Qué opinas sobre la importancia de los hongos en la naturaleza y cómo crees que pueden influir en los ecosistemas donde crecen? \*

Escriba su respuesta

11. ¿Cómo describirías tu experiencia o percepción sobre los hongos en tu vida cotidiana o en tu entorno? \*

Escriba su respuesta



## Anexo C12 Modelo de encuesta sobre el conocimiento de Hongos macromicetos

10. ¿Qué opinas sobre la importancia de los hongos en la naturaleza y cómo crees que pueden influir en los ecosistemas donde crecen? \*

Escriba su respuesta

11. ¿Cómo describirías tu experiencia o percepción sobre los hongos en tu vida cotidiana o en tu entorno? \*

Escriba su respuesta

12. ¿Crees que la presencia de hongos puede beneficiar la productividad y sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles? ¿Por qué? \*

Escriba su respuesta

13. ¿Has observado algún impacto de los hongos en el crecimiento de las plantas o la salud del suelo en los sistemas silvopastoriles? Si es así, por favor, descríbelo. \*

Escriba su respuesta