



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**“DIVERSIDAD ECOLÓGICA DE HONGOS DEL ORDEN AGARICALES
DE LA RESERVA ECOLÓGICA COMUNA LOMA ALTA, SANTA
ELENA.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

ARIANA PRISCILA VALLEJO RODRÍGUEZ

TUTOR:

BLGO. WILLIAM JAMIL SANTOS SÁNCHEZ, M.Sc

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**“DIVERSIDAD ECOLÓGICA DE HONGOS DEL ORDEN AGARICALES
DE LA RESERVA ECOLÓGICA COMUNA LOMA ALTA, SANTA
ELENA.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

ARIANA PRISCILA VALLEJO RODRÍGUEZ

TUTOR:

BLGO. WILLIAM JAMIL SANTOS SÁNCHEZ, M.Sc

LA LIBERTAD – ECUADOR

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, "**DIVERSIDAD ECOLÓGICA DE HONGOS DEL ORDEN AGARICALES DE LA RESERVA ECOLÓGICA COMUNA LOMA ALTA, SANTA ELENA**", elaborado por **VALLEJO RODRÍGUEZ ARIANA PRISCILA**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente


Blgo. William Santos Sánchez, MSc.

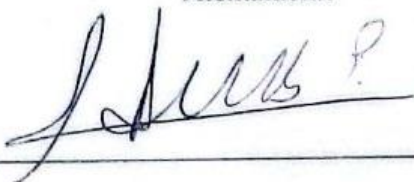
DOCENTE TUTOR

C.I. 2400216459

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“DIVERSIDAD ECOLÓGICA DE HONGOS DEL ORDEN AGARICALES DE LA RESERVA ECOLÓGICA COMUNA LOMA ALTA, SANTA ELENA”**, elaborado por **VALLEJO RODRÍGUEZ ARIANA PRISCILA**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Ph.D. Erika Salavarría Palma

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0912260387

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con todo mi amor a mis padres, Iván Vallejo y Verónica Rodríguez, por ser mis guías constantes, mi fortaleza en los momentos difíciles y el ejemplo que me inspira cada día a ser mejor. A mis hermanos, por su apoyo incondicional, por las risas compartidas y por recordarme siempre el verdadero significado de la unión familiar.

AGRADECIMIENTO

"El éxito no es definitivo; el fracaso no es fatal. Lo que realmente cuenta es tener valor para continuar."

— Winston Churchill

Como primer punto expreso mis agradecimientos a las autoridades y docentes de la Facultad de Ciencias del Mar, quienes impartieron sus conocimientos y dedicación para mi formación profesional.

A mi tutor, Blgo. William Jamil Santos Sánchez, por el apoyo y observaciones que permitieron el desarrollo de este trabajo.

Al Micólogo Michael Oswaldo Uitzil Colli, por la paciencia y su disposición para compartir sus conocimientos en la identificación de las especies que le impartí.

A mis compañeros quienes me apoyaron en los muestreos y a lo largo de la carrera: José Rodríguez y Liam Coronel. Finalmente, mi gratitud a Wilson González, por su ayuda incondicional a lo largo de la carrera y su apoyo desinteresado en cada etapa de mi trabajo de titulación.

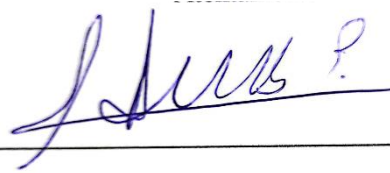
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **VALLEJO RODRÍGUEZ ARIANA PRISCILA** como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 11/12/2025



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ph.D. Erika Salavarría Palma
DOCENTE DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. William Jamil Santos Sánchez, M.Sc
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

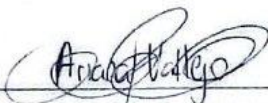


Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgr.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Declaro que el contenido, los datos y las conclusiones desarrolladas en el trabajo de investigación titulado **"DIVERSIDAD ECOLÓGICA DE HONGOS DEL ORDEN AGARICALES DE LA RESERVA ECOLÓGICA COMUNA LOMA ALTA, SANTA ELENA"** son de mi exclusiva responsabilidad. Todo lo aquí presentado ha sido elaborado por mi y constituye producción académica propia, cuyo derecho intelectual comparto con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente



VALLEJO RODRÍGUEZ ARIANA PRISCILA

C.I.: 2450680364

ÍNDICE

ABSTRACT.....	I
RESUMEN.....	II
CAPÍTULO I.....	III
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	6
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.5 HIPÓTESIS.....	9
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 GENERALIDADES	10
2.1.1 Descripción del área de estudio.....	10
2.1.2 Características del suelo.....	11
2.1.3 Tipo de vegetación.....	11
2.2 LOS HONGOS: GENERALIDADES.....	11
2.2.1 Características	12
2.3 ESTRUCTURAS DE UN HONGO.	13

2.3.1 Morfología interna	13
2.3.2 Morfología externa.....	14
2.4 REPRODUCCIÓN SEXUAL	16
2.5 REPRODUCCIÓN ASEXUAL	17
2.6 DIVISIÓN BASIDIOMYCOTA.....	18
2.7 ORDEN AGARICALES	19
2.7.1 Familias representativas del orden Agaricales.....	20
2.8 FACTORES FÍSICO - QUÍMICOS DEL SUELO	26
2.8.1 Humedad del sustrato.....	26
2.8.2 Temperatura	26
2.9 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE MACROHONGOS.....	27
2.9.1 Investigaciones de agaricales en Ecuador	28
2.9.2 Hongos en la Región litoral.....	29
2.10 MARCO LEGAL	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	32
3.1.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	32
3.1.2 Características climáticas	33
3.2 FASE DE CAMPO.....	33
3.2.1 Descripción metodológica.....	33

3.2.2 Determinación de transectos	34
3.2.3 Identificación de especies	36
3.2.4 Identificación de microhábitats	38
3.2.5 Medición de variables	39
3.2.6 Determinación de materia orgánica del suelo por el método de ignición (loi)	40
3.3 FASE ECOLÓGICA	41
3.3.1 Evaluación de la diversidad y abundancia fúngica	41
3.4.1 Representación gráfica	44
3.4.2 Relación entre diversidad y humedad del suelo	45
5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	48
5.1 IDENTIFICACIÓN TAXÓNOMICA DE HONGOS AGARICALES ENCONTRADOS.	48
5.1.1 Registros fotográficos y caracterización morfológica de las especies .	50
5.1.2 Abundancia de especies de hongos Agaricales encontradas	72
5.1.3 Registro promedial	77
5.2 ÍNDICES ECOLÓGICOS	79
5.2.1 índice de diversidad de Shannon (H')	79
5.2.2 Índice de Equitatividad de Pielou	82
5.2.3 Índice de Margalef	83

5.2.4 Índice de Simpson.....	84
5.3 RESPUESTAS DE LA COMUNIDAD FÚNGICA A LAS VARIACIONES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO.....	86
DISCUSIONES.....	111
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	1
ANEXOS	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas geográficas de cada estación de muestreo en la reserva ecológica comuna loma alta.	35
Tabla 2: Tipos de microhábitats.....	38
Tabla 3: Valores de interpretación del Índice de diversidad de Shannon – Weaver.	42
Tabla 4: Valores de interpretación del Índice de dominancia de Simpson.....	44
Tabla 5: Valores de interpretación del coeficiente de correlación de Pearson. ...	45
Tabla 6: Valores de interpretación del coeficiente de correlación de Spearman .	47
Tabla 7: Identificación taxonómica de hongos agaricales	49
Tabla 8: Promedio de humedad del sustrato registrada por estaciones.....	86
Tabla 9: Promedio de humedad relativa registrada por estaciones.....	87
Tabla 10: Promedio del pH registrada por estaciones	87
Tabla 11: Promedio de temperatura registrada por estaciones.	88
Tabla 12: Método de determinación de materia orgánica por el método de ignición.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructuras externas e internas de un hongo	14
Figura 2: Ubicación geográfica del área de estudio de la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta.	32
Figura 3: Diseño de transecto con subparcelas	35
Figura 4: Estructuras que deben fotografiar	36
Figura 5: Medidor digital 3 en 1 y un anemómetro digital	39
Figura 6: <i>Leucocoprinus</i> sp.....	50
Figura 7: <i>Leucocoprinus</i> sp.....	51
Figura 16: <i>Leucoagaricus</i> sp.....	52
Figura 8: <i>Marasmiellus</i> sp.....	53
Figura 9: <i>Marasmiaceae</i>	54
Figura 10: <i>Tetrapyrgos nigripes</i> complex.....	55
Figura 12: <i>Marasmiaceae</i>	56
Figura 23: <i>Gymnopus</i> sp.....	57
Figura 11: <i>Mycena</i> sp	58
Figura 22: <i>Mycena</i> sp	59
Figura 13: <i>Coprinopsis</i> sp	60
Figura 19: <i>Coprinopsis</i> sp	61
Figura 20: <i>Coprinellus disseminatus</i>	62
Figura 21: <i>Psathyrella</i> sp.....	63
Figura 14: <i>Collybia</i> sp.....	64
Figura 15: <i>Cyathus striatus</i> complex	65
Figura 17: <i>Pleurotus</i> sp	66
Figura 24: <i>Cyphellaceae</i>	67
Figura 25: <i>Bolbitius</i> sp.....	68
Figura 27: <i>Panaeolus antillarum</i>	69
Figura 26: <i>S. commune</i>	71
Figura 28: Interpretación de las especies encontradas.....	72
Figura 29: Especies encontradas en agosto por estación	73
Figura 30: Especies encontradas en septiembre.	75
Figura 31: Especies encontradas en octubre	75
Figura 32: Registro de las medias de cada mes	77
Figura 33: Comparación del índice de diversidad	81
Figura 34: Índice de abundancia.....	82
Figura 35: Índice de Margalef.	84
Figura 36: Análisis de resultados del índice de Simpson	84

Figura 37: Correlación entre humedad del sustrato e índice de Shannon; especificación de la pendiente.....	89
Figura 38: Correlación entre humedad del sustrato e índice de Shannon; especificación de la pendiente.....	91
Figura 39: Correlación entre humedad del sustrato e índice de Shannon; especificación de la pendiente.....	93
Figura 40: Correlación entre agosto y humedad relativa.....	96
Figura 41: Correlación entre septiembre y humedad relativa.....	99
Figura 42: Correlación entre octubre y humedad relativa	100
Figura 43: Representación de las estaciones y humedad del sustrato por el método Anova.....	102
Figura 44: Representación de las estaciones y humedad relativa por el método Anova.....	103
Figura 45: Interpretación de línea de regresión azul-R: 13,7%, línea de regresión verde-R: 18,2% y línea de regresión verde-R cuadrado: 28,7%.....	104
Figura 46: Interpretación de línea de regresión azul-R: 2,3%, línea de regresión verde-R: 0% y línea de regresión verde-R cuadrado: 0,8%.....	106

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Carta Aval	19
Anexo 2. Reporte del Copilatio (10%)	20
Anexo 3. Pronunciamiento del MAE.....	21
Anexo 4. Constancia del certificado de identificación de especies	22
Anexo 5. Constancia de firma del laboratorio de Química para la ejecución del proceso de ignición de materia orgánica del suelo.....	23
Anexo 6. Área de monitoreo correspondiente al mes de agosto, caracterizada por presencia de neblina y lluvias.	24
Anexo 7. Entrada a zona de monitoreo (vía la Ponga)	25
Anexo 8. Ubicación de la parcela a un extremo dentro de la estación.	25
Anexo 9. Toma de fotografías dentro del mismo hábitat.....	26
Anexo 10. Captura de organismos para registro fotográfico y descripción morfológica.	27
Anexo 11. Desborde de tierra en algunas estaciones por precipitaciones	28
Anexo 12. Registro de datos de los parámetros de humedad, pH y temperatura. 29	
Anexo 13. Reducción de organismos en puntos estratégicos previamente monitoreados en los meses de septiembre y octubre.	30
Anexo 14. Proceso de ignición: recolección de muestras de suelo en cada estación, pesaje previo a la ignición, deshidratación de las muestras en mufla, enfriamiento y pesaje posterior a la ignición.	31

GLOSARIO

Basidioma: Cuerpo fructífero de los basidiomicetes

Agaricales: Orden más numeroso, característico por poseer basidiomas con láminas, incluyendo más de 400 géneros.

Micelio: Conjunto de hifas que constituyen el cuerpo vegetativo de un hongo.

Hifas: Se define como filamentos originados a partir de esporas de hongos.

Esporas: Estructura unicelular o pluricelular que tiene la finalidad de reproducir un nuevo organismo.

Saprótrofos: Organismos que se alimentan de materia orgánica.

Micorriza: Simbiosis entre grupos de hongos y otras raíces de plantas.

Píleo: Parte superior del Basidioma, denominado comúnmente como sombrero.

Lignícola: Hongo que se desarrolla sobre la madera en descomposición.

ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
ANOVA	Análisis de Varianza
R²	Coefficiente de determinación
r	Coefficiente de correlación de Pearson o Spearman
sp.	Especie no identificada dentro de un género
spp.	Múltiples especies dentro de un mismo género
M.O.	Materia Orgánica
IN	Logaritmo natural (ln)
D.M.	Diversidad de Margalef
LOI	Loss son ignition (pérdida por ignición)
R.A.	Reserva Ecológica Comuna Loma Alta

ABSTRACT

This study evaluated the diversity and abundance of fungi of the order Agaricales in the Loma Alta Ecological Reserve, Santa Elena, and their relationship with substrate moisture during August, September, and October. Ten fixed transects were established where biweekly sampling was carried out. Identification was performed using taxonomic keys and photographic records of the basidiomes, along with measurements of the substrate's physicochemical parameters: moisture, temperature, pH, and organic matter content (LOI method). Diversity was analyzed using the Shannon, Simpson, Margalef, and Pielou indices, and its relationship with moisture was assessed using linear correlation and ANOVA. The results showed 2,455 recorded basidiomes belonging to 23 species, 10 families, and 13 genera, with the families Psathyrellaceae, Marasmiaceae, Cyphellaceae, Nidulariaceae, and Bolbitiaceae predominating, mainly in decaying wood and leaf litter. August showed the highest abundance (113.9 individuals), while September and October showed a decrease. Substrate moisture (75–78%) showed a moderately positive relationship with diversity, indicating the influence of seasonality. Although August showed the highest values, diversity decreased and became more variable toward October. The results demonstrate that moisture, along with the availability of organic matter, pH, and temperature, influences the diversity of Agaricales fungi in the reserve.

Keywords: Fungi – Soil – Moisture – Diversity

RESUMEN

Este estudio evaluó la diversidad y abundancia de hongos del orden Agaricales en la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta, Santa Elena y su relación con la humedad del sustrato durante agosto, septiembre y octubre. Se establecieron diez transectos fijos donde se realizaron muestreos quincenales. La identificación se realizó con claves taxonómicas y registros fotográficos de los basidiomas, junto con la medición de los parámetros físico-químicos del sustrato: humedad, temperatura, pH y materia orgánica del sustrato (método LOI). La diversidad se analizó con los índices de Shannon, Simpson, Margalef y Pielou, y su relación con la humedad mediante correlación lineal y ANOVA. Los resultados obtenidos fueron de 2.455 basidiomas registrados pertenecientes a 23 especies, 10 familias y 13 géneros, predominando las familias *Psathyrellaceae*, *Marasmiaceae*, *Cyphellaceae*, *Nidulariaceae* y *Bolbitiaceae*, principalmente en madera en descomposición y hojarasca. Agosto registró la mayor abundancia (113,9 individuos), mientras septiembre y octubre mostraron una disminución. La humedad del sustrato (75–78 %) presentó una relación moderadamente positiva con la diversidad, indicando la influencia de la estacionalidad. Aunque agosto mostró los valores más altos, la diversidad disminuyó y se volvió más variable hacia octubre. Los resultados evidencian que la humedad, junto a la disponibilidad de materia orgánica, pH y temperatura, influyen en la diversidad de los hongos Agaricales en la reserva.

Palabras claves: Hongos – Suelo – Humedad – Diversidad.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Los hongos pertenecen a un grupo taxonómico diverso dentro del reino Fungi, calculando aproximadamente entre 2.2 y 3.8 millones de especies de hongos en todo el mundo, solo un 7 % de ellas ha sido formalmente descritas por la ciencia (Peña, 2020). El orden Agaricales, de la clase Agaricomycetes, incluye unas 13,000 especies distribuidas en 33 familia (Galvez, 2011). El orden Agaricales o también denominados “hongos con sombrero” o “setas”, son reconocido tanto por su relevancia ecológica, importancia económica y cultural (Kosakyan et al., 2008).

El orden Agaricales desempeña un papel esencial en los ecosistemas terrestres debido a sus funciones ecológicas como descomponedores saprótrofos, participando en la degradación de materia orgánica compleja y en el reciclaje de nutrientes fundamentales como el carbono, el nitrógeno y el fósforo. Asimismo, algunas especies establecen asociaciones simbióticas, como las micorrizas, que favorecen la absorción de nutrientes por las plantas y contribuyen al mantenimiento de la fertilidad del suelo (Kuhar, 2013).

Desde el punto de vista morfológico, este orden, se caracteriza por presentar un sombrero o píleo, un himenóforo con láminas o poros en su cara inferior, y un pie o estípite; aunque existen variaciones dentro del grupo (Galvez, 2011). La amplia diversidad de formas, colores, tamaños y aromas observada en este orden ha sido un aspecto clave en su clasificación taxonómica. Con el avance de las herramientas moleculares, especialmente la secuenciación del ADN ribosomal, se ha logrado una comprensión más profunda y precisa de las relaciones filogenéticas entre sus especies (Baldrian, 2017).

Este orden, mayormente habita en regiones tropicales, las condiciones ambientales como la alta humedad relativa, humedad del suelo, temperatura y pH influyen directamente en el desarrollo de los basidiomas, los cuales su aparición suele ser estacional o en los periodos lluviosos (Peña, 2020). Estudios como el de (Turgeon, 2019) demuestra como la abundancia de hongos aumenta con niveles de humedad y temperaturas cálidas. También el pH del suelo juega un papel crucial, investigaciones en regiones árticas demuestran que el pH es un factor clave para el crecimiento de estos organismos.

Munguía (2017) destaca que hay diversas especies del orden Agaricales que son recolectadas con fines alimenticios, por su alto contenido de proteínas, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y potenciales efectos medicinales. Un ejemplo representativo es *Agaricus bisporus*, especie más

ampliamente cultivadas y consumidas a nivel mundial. Algunas especies del género *Psilocybe* son estudiadas por sus compuestos psicoactivos con potencial terapéutico en trastornos mentales, además los hongos agaricales también son utilizados en biotecnología y biorremediación. (Johnson, 2019).

1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Se estima que en el mundo hay alrededor de 3,8 millones de especies de hongos, pero solo el 7 % han sido estudiadas (Hawksworth, 2001, p. 641-655.). Existen ecosistemas megadiversos, pero las investigaciones de la diversidad fúngica continúan siendo subestimada, debido a la mayoría de estudios científicos están centrados en la flora y la fauna (Montoya, 2010, págs. 57 – 73). En Ecuador existe una alta diversidad de hongos, aunque los estudios se han enfocado mayormente en la región andina y amazónica, dejando a un lado la región costera, solo en años recientes han comenzado a desarrollarse estudios que destacan la importancia ecológica y funcional de estos organismos (UTPL, 2024).

La Reserva Ecológica Comuna Loma Alta es caracterizada por ser un bosque tropical seco-húmedo con alta heterogeneidad ambiental, por su topografía, vegetación y condiciones climáticas, siendo la precipitación y garúa, los que ayudan en la proliferación de diversos microhábitats. Sin embargo, se desconoce las variaciones de humedad del sustrato influyen en el desarrollo de las comunidades fúngicas. Esto impide entender cómo los parámetros físico-químicos pueden determinar su presencia y abundancia estacional.

La ausencia de una identificación de las especies de hongos presentes en la zona es otro factor que impide determinar con certeza si las especies son comestibles,

medicinales o tóxicas. Si no son identificados correctamente, limita el aprovechamiento sostenible de los recursos micológicos y, además, puede ser un riesgo sanitario si son consumidos por la población local sin el conocimiento adecuado.

Pregunta Problema

¿Cómo influye la humedad del sustrato en la diversidad y abundancia de hongos del orden Agaricales en los distintos microhábitats de la Reserva Ecológica Loma Alta?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los hongos aparte de ser un grupo diverso, son descomponedores primarios, que aportan nutrientes esenciales para el suelo. Asimismo, forma micorrizas con las raíces, que favorecen la absorción de agua y nutrientes ante condiciones ambientales desfavorables. (Kirk et al., 2001). Son organismos heterótrofos, que han desarrollado diversas estrategias de supervivencia y dispersión, lo que ha contribuido gran diversidad distribución en casi todos los ecosistemas del mundo (Heredia, 2020).

Según Moore et al, (2009) la humedad del suelo es un factor que influye directamente en la fructificación de los hongos, lo que puede afectar o favorecer a las estructuras de los basidiomas. La Reserva Ecológica Comuna Loma Alta, ubicada en Santa Elena, presenta una variedad de microhábitats con gradientes de humedad significativos a lo largo de su altitud y cobertura vegetal. Esta variabilidad ambiental de la zona brinda una gran oportunidad para analizar la influencia de la humedad del suelo sobre la diversidad y abundancia de este orden Además de detallar por medio de fichas taxonómicas a la comunidad fúngica local, También se busca comprender los procesos ecológicos que la determinan.

La investigación se desarrolló en la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta, un bosque tropical seco de manejo comunitario que permite un acceso adecuado para

el trabajo de campo y análisis ecológico. Por otro lado, el estudio también es considerado sostenible porque fortalece el conocimiento sobre la biodiversidad local, promoviendo la participación comunitaria en el monitoreo ecológico y aportado a la conservación y restauración del hábitat. Los resultados obtenidos también pueden servir como apoyo para promover la educación ambiental y fortalecer la gestión comunitaria de los recursos naturales.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la diversidad y abundancia de hongos del orden Agaricales en la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta, mediante muestreos *in situ*, determinando la relación entre su presencia y la humedad del sustrato.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los hongos del orden Agaricales con el uso de guías y claves dicotómicas.
- Determinar la diversidad y abundancia mediante índices ecológicos.
- Correlacionar la humedad del sustrato y la diversidad de especies encontradas en los diferentes microhábitats de cada transecto.

1.5 HIPÓTESIS

Hipótesis alterna (H₁):

La humedad del sustrato se relaciona sobre la diversidad y abundancia de los hongos Agaricales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Descripción del área de estudio

La parroquia Colonche del cantón Santa Elena alberga la comuna Loma Alta, que fue establecida el 10 de enero de 1937 mediante el Acuerdo ministerial N.º 224 del 6 de marzo de 1939. Esta comunidad tiene una estación meteorológica, un vivero y un bosque protector con una gran cantidad de fauna y flora. Tienen un dispensario médico del Seguro Social Campesino y un río llamado Río California. La Reserva fue creada por la comunidad para proteger fuentes de agua y evitar invasiones. Comprende bosques de garúa, secundarios y en regeneración, mientras que en zonas bajas predomina la vegetación seca y caducifolia (Gad parroquial de Loma Alta, 2016).

La humedad aumenta de junio a octubre debido a la garúa. En sus alrededores se practican actividades agropecuarias de subsistencia y cerca de 500 hectáreas se destinan al cultivo de paja toquilla *Carludovica palmata*, procesada y comercializada por la comunidad. Tras la declaratoria de Reserva, con apoyo de Fundación Natura Guayaquil, se implementaron normas de manejo sustentable del

bosque. Los poblados de La Ponga y La Unión surgieron en la década de 1950 por migraciones de familias de comunas sureñas, desplazadas por la sequía (Gad parroquial de Loma Alta, 2016).

2.1.2 Características del suelo

Presenta suelos de tipo arenosos y arcillosos, con una capacidad moderada de retención de humedad, Esto favorece a la vegetación en tiempos de sequía estacional. Su topografía es variable, siendo suelos más rocosos y bien drenados en las zonas elevadas y más húmedos y profundos en las zonas bajas. La fertilidad es variable y afecta la diversidad de flora y fauna (Astudillo et al., 2019).

2.1.3 Tipo de vegetación

Bosque húmedo tropical caracterizado por poseer árboles caducifolios, matorrales y especies adaptadas a largos periodos de sequía. A medida que la altitud se eleva, la humedad que es generada por la garúa permite el desarrollo de bosques húmedos montanos, donde se encuentran especies epífitas, musgos, líquenes y una alta diversidad de helechos y hongos (Astudillo et al., 2019).

2.2 LOS HONGOS: GENERALIDADES

Los hongos son organismos eucariotas que pertenecen al reino Fungi, un grupo extremadamente diverso y de gran relevancia ecológica. Cumplen la función de

descomponedores de materia orgánica proveniente de restos vegetales y animales, contribuyendo de esta manera al reciclaje de nutrientes en el suelo y al equilibrio de los ciclos biogeoquímicos. En la industria alimentaria, en la producción de productos fermentados, se emplean muchos de ellos. En la medicina, para obtener antibióticos y otros compuestos bioactivos (Lifeder, 2022).

En biotecnología, donde contribuyen con moléculas relevantes para el desarrollo de procedimientos innovadores que tienen como objetivo aumentar la calidad de vida. Además, tienen la capacidad de funcionar como patógenos de seres humanos (Pozo, 2023) y animales, lo que genera pérdidas económicas en la ganadería y la agricultura a escala global. Además, algunos hongos pueden infectar tejidos humanos y causar enfermedades, lo que los hace un factor importante en el campo de la salud pública (Rojas Ramírez, 2015).

2.2.1 Características

Los hongos macroscópicos son organismos filamentosos que producen cuerpos fructíferos visibles, en los cuales generan esporas para su reproducción. Aunque desarrollan micelio bajo el suelo, es en estas estructuras donde se observa su ciclo reproductivo. Presentan nutrición heterótrofa, al igual que el resto de los integrantes del reino Fungí. Su estructura se organiza en hifas, filamentos ramificados que pueden o no estar separadas por septos porosos, facilitando el tránsito de orgánulos

y nutrientes; por esta razón, también se les conoce como hongos filamentosos. El tamaño de los hongos macroscópicos es muy variable y depende de la especie, así como de las condiciones ambientales. En su mayoría, pertenecen a los grupos de ascomicetos y basidiomicetos (Rojas Ramírez, 2015).

2.3 ESTRUCTURAS DE UN HONGO.

2.3.1 Morfología interna

Riquelme et al., (2018) Afirman que “aunque algunos hongos son unicelulares, la mayoría son organismos multicelulares cuya estructura corporal se denomina talo. Este talo está constituido por una red de filamentos llamados hifas, las cuales se entrelazan formando una masa fibrosa llamada micelio”. Las hifas poseen paredes celulares que envuelven la membrana plasmática y el citoplasma. Pueden clasificarse en:

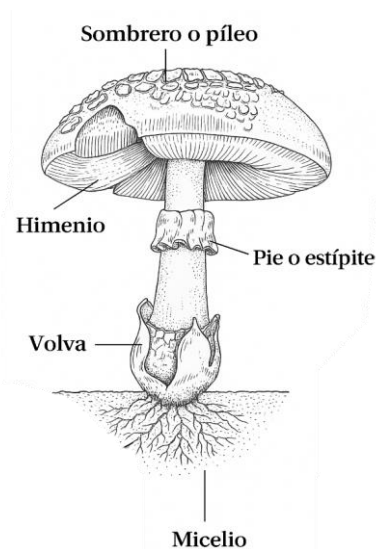
- **Hifas septadas:** presentan tabiques denominados septos, que separan compartimentos celulares con uno o más núcleos, permitiendo la comunicación entre ellos a través de poros. Este tipo es típico de los filos Ascomycota y Basidiomycota
- **Hifas cenocíticas o no septadas:** carecen de tabiques y forman un tubo continuo con numerosos núcleos en un mismo citoplasma, característico de hongos primitivos como los Zygomycota.

El micelio es la parte vegetativa del hongo, cumple la función de absorber nutrientes minerales del suelo, liberando enzimas que degradan compuestos como la lignina y la celulosa mediante la acción de ligninasas y celulasas. Cuando está en condiciones favorables desarrolla estructuras visibles denominadas cuerpos fructíferos, que producen y dispersan esporas. Estas estructuras suelen ser temporales y desaparecen al ser degradadas o consumidas por otros organismos (Virágh et al., 2021).

2.3.2 Morfología externa

Figura 1

Estructuras externas e internas de un hongo



Nota. Especificación de las estructuras de un hongo, características morfológicas claras para la identificación de una especie.

Sombrero (píleo)

Parte superior que presenta numerosas formas morfológicas como convexo, cónico, plano, deprimido y texturas superficiales. Suele proteger y sostener el himenio. Se observa esta variación en distintas especies de hongos, lo que les otorga rasgos particulares. Su superficie está recubierta por una fina cutícula y, en algunos casos, puede presentar escamas. (Sánchez et al., 2020).

Himenio

Crespo et al., (2024) nos dice que es la superficie fértil donde se originan las esporas. En los hongos con forma de sombrero puede adoptar diversas estructuras, como láminas, tubos, agujones o pliegues. En algunas setas jóvenes, el sombrero está recubierto por una membrana que se rompe al crecer, dejando restos en el pie; el tipo de himenóforo es un rasgo taxonómico clave. Tiene la función de envolver a los elementos fértiles, las esporas, de ahí que se denomine a la seta como cuerpo reproductor.

Pie (estípite)

En micología, se refiere al pie o tallo que sostiene el píleo del cuerpo fructífero de un basidiomiceto. Al igual que el resto de los tejidos fúngicos, el estípite está

formado por tejido hifal estéril, mientras que el tejido fértil se localiza en el himenio, situado bajo el píleo (Beatty, 2010).

Estructuras accesorias

Volva se denomina a un velo universal o envoltura basal y el anillo es el resto de un velo parcial, estas estructuras protegen en etapas tempranas el himenio. También está la base del estípote es la parte que lo fija al suelo y lo conecta con el cuerpo vegetativo, que se abordará más adelante. Está constituida por hifas desordenadas que pueden adherirse a la madera, raíces, conos de pino u otros sustratos con los que el hongo se asocia. Estudios filogenéticos y genómicos recientes han relacionado la evolución de formas de cuerpos con tasas de diversificación en Agaricomycetes (Ha et al., 2020).

2.4 REPRODUCCIÓN SEXUAL

La reproducción sexual ocurre principalmente en los grupos conocidos como zigomicetos, ascomicetos y basidiomicetos. En este tipo de reproducción, dos individuos de la misma especie combinan su material genético para generar un nuevo organismo con características de ambos progenitores. El proceso comienza con la somatogamia, donde las hifas vegetativas se fusionan para formar un cigoto, pudiendo darse entre hifas del mismo individuo o de individuos distintos. También se presentan la gametangiogamia, en la que los gametangios de dos hongos entran

en contacto y se combinan, y los procesos que involucran gametos móviles o inmóviles, como espermafitos y oogonios (Rocabado, 2011).

A partir de estas uniones se originan esporas sexuales mediante meiosis: ascosporas en ascomicetos, basidiosporas en basidiomicetos y zigosporas en zigomicetos. Estas esporas, de polaridad positiva o negativa, deben fusionarse para dar lugar a un dicarion, seguido de la cariogamia, formando un cigoto diploide que luego se divide por meiosis para originar nuevas esporas sexuales que asegurarán la continuidad del ciclo de vida (Rocabado, 2011).

2.5 REPRODUCCIÓN ASEXUAL

La reproducción asexual solo requiere de un solo progenitor, es rápida y permite la producción de gran cantidad de descendencia en poco tiempo. Los individuos generados de este modo son clones, es decir, mantienen la misma información genética que el organismo original, lo que facilita la colonización de nuevos sustratos en condiciones favorables. Las esporas asexuales pueden ser exosporas, formadas externamente, o endosporas, generadas dentro de estructuras especializadas (Ali, 2013).

Bernard (2022) dice que la forma más frecuente de reproducción se da a través del proceso de esporulación, que consiste en la formación de mito esporas mediante mitosis; la gemación, típica en levaduras, donde una yema se desarrolla y se separa para formar un nuevo organismo; la fisión binaria, propia de hongos unicelulares, donde una célula madre se divide en dos células hijas idénticas; y la fragmentación del micelio, en la cual un fragmento del hongo progenitor origina un nuevo individuo. Entre estas últimas se distinguen las conidiósporas, que pueden ser por fragmentación, por engrosamiento de hifas o por gemación, y las esporangiosporas, que pueden ser móviles (zoosporas) o inmóviles.

2.6 DIVISIÓN BASIDIOMYCOTA

Constituye uno de los linajes más importantes del reino Fungi. Se caracteriza por producir esporas sexuales denominadas basidiosporas, generadas en estructuras llamadas basidios. Taxonómicamente, Basidiomycota se ubica en el reino Fungi y se divide principalmente en las clases *Agaricomycetes* (hongos con cuerpos fructíferos macroscópicos), *Pucciniomycetes*, *Ustilaginomycetes* y *Tremellomycetes*, entre otras. Este grupo reúne más de 37 000 especies descritas, aunque se estima que la cifra real es mucho mayor (Kalichman et al., 2020).

Muchos son saprobios que degradan lignina y celulosa, contribuyendo al reciclaje de nutrientes en los bosques; otros son simbioses micorrizas, fundamentales para

la supervivencia de numerosas plantas; y también existen patógenos, como las royas y carbones que afectan cultivos agrícolas. Además, poseen relevancia económica y social, pues abarcan especies comestibles y cultivadas (Kuhar et al., 2013).

2.7 ORDEN AGARICALES

El orden Agaricales, perteneciente al phylum Basidiomycota, agrupa a un conjunto diverso de macrohongos caracterizados por presentar cuerpos fructíferos visibles conocidos como Basidiomas o setas. Estos organismos son fácilmente reconocibles por su morfología en forma de sombrilla, compuesta por un píleo o sombrero y un estípite o pie, bajo el cual se disponen las láminas que constituyen el himenio, donde se producen las basidiosporas. A este orden se le reconocen más de 9.000 especies, distribuidas en cerca de 350 géneros y agrupadas en 26 familias (Kirk et al., 2001).

Entre sus principales características morfológicas, pueden presentar estructuras accesorias como anillos, volvas, cortinas, escamas o verrugas, derivadas de restos de velos universales o parciales, las cuales poseen un alto valor taxonómico. A nivel microscópico, se distinguen por la presencia de basidios que usualmente producen cuatro esporas, aunque también existen variantes con 2 y 3 esporas. Además, la forma, coloración y ornamentación de las esporas, así como la disposición de las hifas en la pileipellis, son rasgos diagnósticos importantes (Hyde et al., 2024).

2.7.1 Familias representativas del orden Agaricales

Vizzini et al., (2024) destaca que el orden agaricales comprende linajes saprótrofos, ectomicorrícicos y liquenizados, cuya clasificación actual se sustenta en estudios multilocus y filogenómicos. Recientes investigaciones han propuesto su división en siete subórdenes (2024), lo que permite entender la convergencia morfológica y la evolución repetida de estilos de vida dentro del grupo. Históricamente, los principales clados del orden son: *agaricoide*, *tricholomatoide*, *marasmioide*, *pluteoide*, *hygrophoroide* y *plicaturopsidoide*, se definieron a partir de análisis multilocus, los cuales han servido de base para la delimitación de familias y la reubicación de numerosos géneros (Matheny et al., 2006).

Agaricaceae

Considerada una familia icónica por incluir al género *Agaricus*, junto con otros afines como *Lepiota* y *Macrolepiota*. En términos morfológicos, muchas de sus especies presentan láminas libres y un velo parcial que origina un anillo, características de gran valor para su identificación en campo. Ecológicamente, predominan como saprótrofos de suelo y madera. Esta familia ha incorporado o separado linajes que antes se clasificaban únicamente por morfología incluyendo formas gasteroides, aunque su núcleo taxonómico se mantiene estable en las revisiones recientes (Kuo, 2018; Hyde et al., 2024)

Campanellaceae

Familia reciente del orden Agaricales, erigida en 2024 a partir de evidencias filogenéticas multilocus. Agrupa principalmente a *Campanella* y afines; separada de un *Marasmiaceae* sensu lato tradicional. Presenta basidiomas pequeños, frecuentemente laterales o sésiles, con píleos delgados, a veces plicados y con láminas inter venosas. Son generalmente saprótrofos de ramas pequeñas ramas húmedas; comunes en bosques tropicales y subtropicales, es importante para entender la diversificación “marasmioide” en maderas finas (Senterre y Gonzalo , 2009).

Cyphellaceae

Esta familia se distingue por presentar basidiomas muy pequeños, de forma cupuliforme o tubular, entre 1 a 2 mm de diámetro. Aunque anteriormente agrupaba numerosas especies con morfología “cifeloides”, hoy se reconoce que dicho tipo estructural polifilético, abarcando géneros como *Cyphella*, *Granulobasidium* y *Cheimonophyllum*, entre otros. Estas especies suelen crecer sobre corteza, tallos en descomposición o restos foliares, donde forman diminutos puntos blanquecinos. La mayoría son saprótrofos que degradan madera o hojarasca, y algunos linajes. (Ayala, 2022).

Nidulariaceae

Esta familia, conocida comúnmente como “hongos nido de pájaro”, se caracteriza por sus basidiomas en forma de copa que contienen pequeños peridiólos en su interior. La dispersión de esporas ocurre mediante el impacto de gotas de lluvia, que proyectan los peridiólos fuera del nido. Son hongos saprótrofos asociados a madera en descomposición y restos vegetales, frecuentes en mantillos y sustratos sueltos. Su morfología refleja una clara adaptación a ambientes abiertos, y el himenio recubre la superficie interna de la copa. Cumplen un papel importante en el reciclaje de nutrientes en ecosistemas ricos en lignocelulosa. (Roncal y Rabanal, 2019).

Marasmiaceae

Familia que es clasificada por los *marasmius* “reviviscentes” o marcescencia: se secan y reviven al mojarse. Incluye *Marasmius*, *Crinipellis*, *Tetrapyrgos*, entre. En cuanto a su morfología externa presenta basidiomas pequeños, sombreros planos a convexos; estípites finos, a menudo cartilagosos o “alambreados”. Están sobre la hojarasca, acículas y pequeñas ramas; saprótrofos clave en la descomposición de hojarasca. Su diversidad es elevada en trópicos; numerosas especies diminutas. Por último, esta familia es importante biológicamente por tener redes de rizomorfos que “atrapan” hojarasca en sotobosque (Roncal y Rabanal, 2019).

Pleurotaceae

Familia caracterizada por tener basidiomas con estípites lateral o excéntrico y láminas decurrentes. Incluye los géneros como: *Pleurotus* y *Hohenbuehelia*; cosmopolitas, lignícolas y saprótrofos de maderas. Se encargan de degradar la lignina y celulosa; relevantes en biorremediación y cultivo comestible. También presentan sombreros semicirculares a conchiformis, con cutículas lisas; estípites cortos, laterales o ausentes. Aparecen en tocones, troncos caídos y madera urbana (p. ej., astillas). Diversas especies son de interés alimentario y biotecnológico (Aguilar et al., 2019).

Psathyrellaceae

Familia que presenta más de 400 especies. Se caracteriza por ser “fácil de desmenuzarse” debido a sus basidiomas bien frágiles. Son hongos saprótrofos, no es considerado comestible, algunas de sus especies suelen ser parásitas provocando disturbios ambientales. A nivel microscópico presentan esporas con poro germinal y cistidios distintivos, su esporada es negra (Aguilar et al., 2019).

Mycenaceae

Esta familia presenta hongos de tipo micenoides o de bonete, caracterizados por basidiomas pequeños, sombreros cónicos o campanulados y estípites delgados.

Entre sus géneros más representativos se encuentran *Mycena*, *Panellus* y *Resinomycena*, en su mayoría saprótrofos que crecen sobre hojarasca y madera en descomposición. Presentan esporadas blancas y algunos rasgos distintivos como olores particulares o exudados pigmentados, por ejemplo, el látex rojizo de *Mycena haematopus*. Varias especies del género *Mycena* son bioluminiscentes y se emplean como modelos para el estudio del sistema luciferina–luciferasa fúngico. Su diversidad es elevada en bosques templados y tropicales, donde colonizan troncos, ramas y la capa de hojarasca (Oba y Hosaka, 2023).

Cuphophyllaceae

Se caracterizan por sombreros cerosos o levemente viscosos, colores vivos a pasteles, láminas espaciadas y carne cerácea. Su hábitat emblemático son praderas pobres en nutrientes, mantenidas por siega o pastoreo extensivo; son muy sensibles a fertilización y roturación, con varias especies de interés de conservación en Europa. Funcionalmente, muchos parecen biotrofos o con asociaciones suelo-planta aún bajo estudio. El uso de *Cuphophyllaceae* refleja la segregación del clado waxcap respecto de *Hygrophoraceae s. l* (Plantlife, 2024).

Bolbitiaceae

Familia que se caracteriza por poseer un sombrero viscoso en su etapa temprana, tienen tonalidades de amarillo brillante, marrón y anaranjado. Presenta basidiomas

frágiles, con sombreros cónicos o campanulados y estípites delgados de 2 a 4 mm de grueso, a menudo con aspecto pulverulento. Se encuentran en materia vegetal o madera en descomposición. Los géneros más representativos de esta familia son: *Conocybe*, *Pholiotina* y *Bolbitius* (Cooper, 2020).

Schizophyllaceae

Esta familia incluye especies lignícolas, siendo *Schizophyllum commune* el representante más conocido, comúnmente llamado “hongo de láminas partidas”. Es un saprófito de madera, causante de podredumbre blanca y, en ocasiones, un patógeno oportunista en humanos. Sus basidiomas presentan forma de abanico, carecen de estípite y poseen un himenóforo con pliegues longitudinales que se abren o cierran según las condiciones de humedad. De distribución cosmopolita, es frecuente en madera muerta de árboles frondosos. Se distingue por su sistema de apareamiento altamente diverso y por la producción de hidrofobinas, enzimas y compuestos de interés industrial y biotecnológico (Mahajan, 2022).

2.8 FACTORES FÍSICO - QUÍMICOS DEL SUELO

2.8.1 Humedad del sustrato

Un factor decisivo en la diversidad y actividad de los hongos, regula la difusión de sustratos, la oxigenación de los poros y el nivel de estrés osmótico. En gradientes naturales, las variaciones en el contenido de agua reconfiguran tanto la diversidad como la composición de las comunidades fúngicas al influir simultáneamente en la textura y los nutrientes (Chen et al., 2023). La actividad fúngica aerobia es óptima en suelos cercanos a capacidad de campo, con 50–60% de WFPS y Ψ_m entre -10 y -33 kPa; disminuye con exceso de agua ($>70\%$ WFPS) por anoxia y con sequía intensa (<-1.5 MPa), aunque algunas especies toleran hasta -7 MPa (DoRAN, 1984).

2.8.2 Temperatura

La temperatura influye directamente en la actividad metabólica de los hongos y, en el caso de los macrohongos, constituye un factor determinante en la fenología de la fructificación. Investigaciones realizadas en Europa han evidenciado cambios en los periodos de aparición de los carpóforos asociados al calentamiento global, con adelantos o desplazamientos en función de la especie y la región (Kausarud et al., 2012). Según Soti et al., (2015), el crecimiento micelial se favorece entre 15 y 25 °C (óptimo de $20-25$ °C), mientras que la formación de cuerpos fructíferos ocurre habitualmente entre 10 y 20 °C después de lluvias. La mayoría de las especies tolera

un rango térmico de 5 a 30 °C, con adaptaciones particulares a distintos tipos de clima.

2.8.3 pH

Actúa como un filtro clave en la microbiología edáfica, modificando el balance hongos: bacterias. Los hongos del suelo presentan mayor viabilidad y actividad entre pH 4.5–6.5, siendo el rango ideal para la colonización de micorrizas arbusculares (AMF) de 5.5–6.5. Aunque las comunidades fúngicas pueden persistir por debajo de pH 4 o por encima de 7, su riqueza disminuye en condiciones extremas, especialmente en suelos muy ácidos (<3) (Rousk et al., 2010).

2.9 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE MACROHONGOS

T. Niego et al., (2023) destaca que el estudio de los macrohongos es fundamental para la salud de los ecosistemas, participando en la descomposición, el ciclado de nutrientes, la formación de suelo y las simbiosis micorrícicas. Además, funcionan como bioindicadores de cambios ambientales, aunque su importancia suele ser subestimada en la conservación y gestión de recursos.

Cumplen funciones ecosistémicas esenciales al reciclar carbono y nutrientes mediante la descomposición y las simbiosis micorrícicas, modulando tanto la dinámica microbiana como los balances de carbono en los bosques. Su fenología

de fructificación, altamente sensible a la temperatura y la humedad, los convierte en indicadores del cambio climático y del microclima edáfico (Zhang et al., 2014).

En conservación, aunque el reconocimiento global avanza, los hongos siguen rezagados frente a flora y fauna, impulsando iniciativas como la Global Fungal Red List. En el ámbito social, los macrohongos aportan alimentos, ingresos y cultura, con retos en gobernanza y trazabilidad para su aprovechamiento sostenible. Por último, su micelio abre oportunidades en la bioeconomía, permitiendo desarrollar biomateriales sostenibles que conectan la micología con la economía circular y la descarbonización industrial (IUCN SSC Fungal Conservation Committee., 2023).

2.9.1 Investigaciones de agaricales en Ecuador

En Ecuador, diversos estudios han revelado la alta diversidad de macrohongos en distintos ecosistemas. En la Reserva Los Cedros se documentaron más de 700 especies con fuerte representación de Agaricales, constituyendo una de las referencias más amplias del país (Vandegrift et al., 2023). En Aguarongo, análisis metagenómicos confirmaron la abundancia de Agaricomycetes en el suelo, mientras que en el Bosque Petrificado de Puyango se registraron 28 taxones con material de referencia útil para comparaciones regionales (Ortiz, 2016). También se reportó por primera vez en el país la presencia de *Agaricus subrufescens*, especie de interés comestible y medicinal. En la Amazonía se evidenció una gran riqueza

de macrohongos agaricoides, lo que subraya la necesidad de estandarizar los muestreos en escalas más finas.

2.9.2 Hongos en la Región litoral

Según Ordoñez (2018), en la región litoral del Ecuador se reporta una actualización que registra 102 especies de macrohongos en el sector costero. Pero entre 2023 y 2025 se ampliaron los registros de macrohongos en la costa ecuatoriana, superando las 102 especies conocidas. Los nuevos inventarios incluyen Arenillas, Ayampe, Puyango, el Chocó y el hallazgo de *Agaricus subrufescens* en 2024.

2.10 MARCO LEGAL

La Constitución del Ecuador (2008) establece el marco superior para la investigación ecológica, con los siguientes artículos más relevantes son: 14, 405, 406 y 409. En conjunto, aseguran el derecho a un ambiente sano, fijan los principios de prevención y restauración y afirman la soberanía sobre la biodiversidad. Estos mandatos avalan la generación de información sobre macrohongos y obligan a que el estudio entregue un informe responsable y útil para el público (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En el Capítulo II: Derechos del Buen Vivir, Sección Segunda: “Ambiente sano”, se establece el siguiente artículo:

Art. 14 Establece el derecho a vivir en un ambiente sano y declara de interés público la preservación de ecosistemas, biodiversidad y patrimonio genético.

El artículo tiene como finalidad, generar información científica sobre macrohongos con muestreos de bajo impacto y con buenas prácticas, es decir, no daño innecesario, respeto al sitio, devolución de resultados a la comunidad.

En el capítulo VII: Biodiversidad y recursos naturales, Sección tercera: “Patrimonio natural y ecosistemas” se establece el siguiente artículo:

Art. 405 Establece el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) para conservar biodiversidad y funciones ecológicas; con subsistemas estatal, comunitario, GAD y privado.

Dado que Loma Alta es una reserva comunal, este artículo me guía a respetar la zonificación y el plan de manejo, y a alinear la investigación con los objetivos de conservación del sitio, facilitando su articulación con la gestión del área.

En el capítulo VII: Biodiversidad y recursos naturales, Sección tercera: Patrimonio natural y ecosistemas, se establece el siguiente artículo:

Art. 406 Establece la regulación para conservar y usar sustentablemente ecosistemas frágiles (páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares, marinos y marino-costeros).

Loma Alta presenta un gradiente seco–húmedo condicionado por la garúa. Vincular la humedad del sustrato los hongos Agaricales aporta para el manejo de estos ecosistemas frágiles. El muestreo debe enfocarse en ese gradiente con bajo impacto, sin intervenir microhábitats clave y reportando evidencia que respalde decisiones de manejo sustentable.

En el capítulo VII: Biodiversidad y recursos naturales, Sección quinta: “Suelo” se establece el siguiente artículo

Art. 409 Establece el interés público y prioridad nacional de conservar el suelo; ordena prevenir degradación y fomentar revegetación con nativas. (Estrategia Nacional de Biodiversidad, 2015–2030)

Estos artículos no solo dan cobertura jurídica al proyecto; estructuran su finalidad, metodología, ámbito y valor social. La investigación opera como una herramienta de conservación adaptativa para la Reserva ecológica Loma Alta, útil para nutrir políticas locales, fortalecer la educación comunitaria y sostener un monitoreo continuo de las comunidades fúngicas como indicador importante de cambio ambiental.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

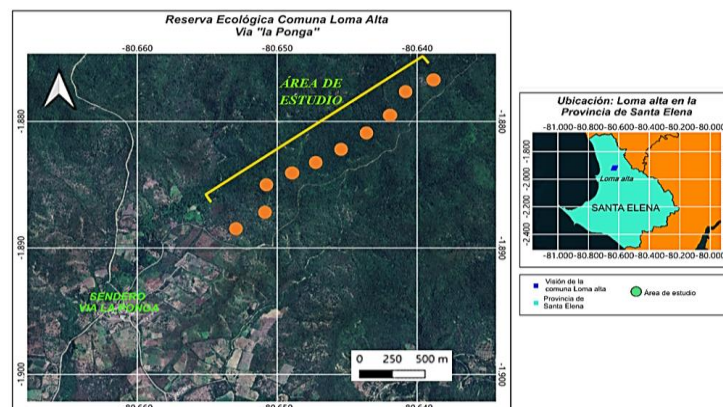
3.1 ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación geográfica del área de estudio

Este trabajo se realizó en el bosque Loma Alta, ubicado en el cantón Santa Elena, parroquia Manglaralto, con coordenadas geográficas $1^{\circ}52'S$, $80^{\circ}38'W$, con una extensión de 6,842 ha. Se realizó un recorrido previo para identificar los puntos fijos, estableciendo 10 transectos con una distancia de 200 m, los transectos fueron delimitados vía La Ponga (Figura 2).

Figura 2

Ubicación geográfica del área de estudio de la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta.



Nota. Representación de los puntos que fueron monitoreados en el transcurso de los meses de agosto, septiembre y octubre

3.1.2 Características climáticas

La Reserva Ecológica Comuna Loma Alta es denominado ‘bosque de garúa’, debido a la humedad que proviene de la corriente de Humboldt, entre los meses de junio y septiembre que generan neblina local llamada ‘garúa’ (MAE, 2013). La humedad constante en las zonas altas favorece la presencia de bosques húmedos, mientras que en las zonas bajas predominan condiciones secas y vegetación de bosque seco (Bonifaz y Cornejo, 2004). En las partes altas, la precipitación anual puede alcanzar los 1.200 mm, con temperaturas de hasta 36 °C durante el día y descensos nocturnos a 18 °C en época de garúa. En contraste, las zonas bajas registran solo 66 mm de lluvia al año y una temperatura media de 23,4 °C (Bonifaz y Cornejo, 2004).

3.2 FASE DE CAMPO

3.2.1 Descripción metodológica

El diseño de investigación fue de campo o también llamado *in situ*, tal como lo plantea Cruz (2023), este enfoque permitió trabajar directamente en el entorno natural, aplicando un diseño ‘no experimental’, dado que no se manipularon las

variables, El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional (Padilla, 2020).

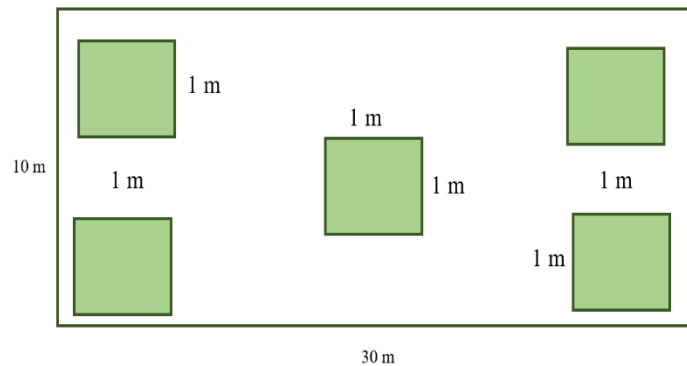
Se realizaron muestreos sistemáticos, integrando la observación directa para detallar la descripción morfológica, se recolectaron fotografías y datos de los parámetros fisicoquímicos del sustrato (Hernández et al., 2014). Para la identificación de especies se utilizaron claves dicotómicas, guías taxonómicas e información bibliográfica. Para la diversidad y abundancia se utilizó los índices ecológicos y gráficos de frecuencia, siguiendo la metodología de Chávez (2009).

3.2.2 Determinación de transectos

Se establecieron diez transectos rectangulares de 300 m², dispuestos por cinco parcelas de 1m² ubicados en extremos y en el centro de cada estación como se observa en la figura 3. Esta metodología adaptada de Aguirre y Aguirre (1999), permite obtener datos representativos sobre la composición de la cobertura vegetal de un bosque.

Figura 3

Diseño de transecto con subparcelas



Nota. Esquema representativo del transecto de muestreo (30 m × 10 m) con cinco subparcelas de 1 m², utilizadas para el registro e identificación de especies fúngicas.

La distancia de cada transecto fue de 200m, los cuales fueron georreferenciados mediante el software QGIS, para facilitar su localización. Los muestreos se llevaron al cabo cada 15 días, durante los meses de agosto, septiembre y octubre.

Tabla 1

Coordenadas Geográficas de Cada Estación de Muestreo en la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta.

ESTACIONES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	S	W
1	-1.87992N	-80.64098E
2	-1.87838N	-80.63976E
3	-1.87720N	-80.63862E
4	-1.87623N	-80.63764E
5	-1.87511N	-80.63669E
6	-1.87455N	-80.63547E
7	-1.87332N	-80.63481E
8	-1.87230N	-80.63437E
9	-1.87151N	-80.63350E
10	-1.87042N	-80.63315E

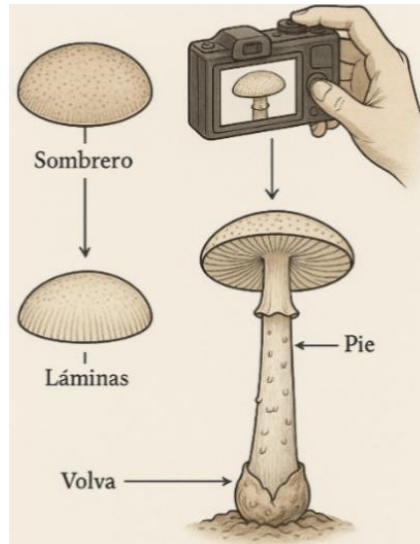
Nota. Representación de las respectivas coordenadas que presenta cada punto de monitoreo

3.2.3 Identificación de especies

Los datos recolectados fueron anotados en un cuaderno de campo, destacando la caracterización morfológica, N° de organismos encontrados por estación. Además, se tomarán fotografías del organismo (Figura 4).

Figura 4

Estructuras que deben fotografiar



Nota. Esquema que presenta las estructuras del hongo que se deben tomar en una fotografía.

La identificación de especies se realizó mediante el uso de guías especializadas y claves dicotómicas propuestas por Herrera y Ulloa, 1998 con con el libro ‘‘El reino de los hongos’’; Laessoe (1998) con el libro ‘‘Manual de Identificación de Hongos’’; (Cepero, Restrepo, Franco, Cárdenas y Vargas, 2012) con el libro ‘‘Biología de hongos; Batallas et al., (2021) ‘‘ Catálogo de hongos Ascomycota y Basidiomycota del herbario nacional QCNE (INABIO).’’Barrios Yepes et al., (2024) con el libro ‘‘Catálogo de hongos Agaricales de Unimagdalena’’ y revisión bibliográfica para detallar las características físicas del hongo.

3.2.4 Identificación de microhábitats

Los hongos encontrados se clasificaron por el microhábitat en los que se encontraban cada hongo, esto se realizó con el fin de tener fichas taxonómicas más estructuradas. Para esta clasificación, se siguió la metodología de Lugo et al., (2018) (Tabla 2).

Tabla 2

Tipos de Microhábitats

Tipo de Microhábitat	Características principales
Áreas abiertas	Poca cobertura arbórea, mayor insolación
Madera en descomposición	Troncos, ramas o tocones con distintos grados de descomposición
Acumulación de hojarasca	Capas gruesas de hojas secas o descompuestas
Suelo desnudo o mineral	Poca materia orgánica, suelo compacto o erosionado
Base de troncos vivos	Acumulación de materia orgánica en la base, raíces superficiales

Nota. Los microhábitats fueron determinados a partir de observaciones de campo considerando tipo de sustrato, cobertura vegetal y grado de descomposición de la materia orgánica.

3.2.5 Medición de variables

Se empleará un medidor digital para suelos con el fin de analizar los parámetros físicos: humedad, temperatura y el parámetro químico: pH. Además, se utilizará un anemómetro digital para determinar la humedad relativa del ambiente.

Figura 5

Medidor digital 3 en 1 y un anemómetro digital



Nota. La humedad, la temperatura y el pH del suelo fueron medidos con este dispositivo en cada punto de monitoreo, mientras que la humedad relativa se determinó mediante un anemómetro digital.

Para evaluar la influencia de factores físico-químicos, se midieron 4 parámetros fundamentales: humedad del sustrato, humedad relativa, pH y temperatura. Estas mediciones se realizaron siguiendo una disposición sistemática a lo largo de transectos lineales. A lo largo de cada transecto, se realizará la medición de

humedad cada 5 metros, con una profundidad de 5 cm. Esta disposición se basó en el protocolo del programa GLOBE (2014), el cual recomienda la toma de muestras a intervalos regulares para asegurar la representatividad de las condiciones del sustrato (Globe, 2014).

Para medir el pH del sustrato, conforme al procedimiento recomendado por Souza et al., (2020) en su protocolo de muestreo determina que se puede medir cada 10 m dentro de la zona de muestreo. La temperatura se medirá en el mismo punto de donde se tomó el pH, siguiendo el criterio de medición puntual por intervalo regular adoptado en estudios ecológicos de suelos (Moraes et al., 2021).

3.2.6 Determinación de materia orgánica del suelo por el método de ignición (loi)

La determinación de materia orgánica del suelo se realizará mediante el método de ignición o pérdida por calcinación (Loss on Ignition, LOI). Para ello, se seleccionará una muestra 100 g de suelo, la cual se llevará a un horno a 100 °C por 24 horas. Posteriormente, se pesará el crisol y, sobre este, se colocará entre 20 y 30 g de suelo seco, registrándose la masa antes de la ignición. A continuación, el crisol con la muestra se introducirá en una mufla a 500 °C durante 3 horas; una vez finalizado el tiempo, se retirará el crisol, se permitirá su enfriamiento en un desecador y se procederá a un nuevo pesaje para obtener la masa después de la

ignición (Normas y Especificaciones, 2012). Con los valores de las muestras pre-ignición y después de la ignición, se calculará el porcentaje de materia orgánica mediante la fórmula:

$$\%LOI = \frac{\text{Peso seco suelo} - \text{Peso de la muestra despues de la ignición}}{\text{Peso seco suelo}} \times 100$$

Este análisis permitirá calcular la materia orgánica del suelo, clave para la retención de humedad, nutrientes y actividad microbiana.

3.3 FASE ECOLÓGICA

3.3.1 Evaluación de la diversidad y abundancia fúngica

Para analizar la diversidad de especies, se aplicaron diversos índices ecológicos, esto permitió estimar tanto la riqueza como la equitatividad en la distribución de las especies, así como una medida relativa de abundancia en función del esfuerzo de muestreo.

Índice de Shannon-Wiener

Fórmula: $H' = - \sum (p_i * \ln(p_i))$

Donde:

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener,

S = número total de especies,

P_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos.

Este índice va permitir medir la diversidad teniendo en cuenta la riqueza de especies (número total de especies) como la abundancia relativa (equidad en la distribución de los individuos entre especies). Valores más altos de H' indican una comunidad más diversa (Dwivedi et al., 2017).

Tabla 3

Valores de Interpretación del Índice de Diversidad de Shannon – Weaver.

Valores	Interpretación
0-1,35	Diversidad baja
1,36-3,5	Diversidad media
>3,5	Diversidad alta

Nota. Los valores obtenidos para el índice de Shannon permitirán identificar el nivel de diversidad presente durante el período de muestreo.

Índice de Equitatividad de Pielou

$$\text{Fórmula: } J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

J' = índice de equitatividad,

H' = valor del índice de Shannon-Wiener,

S = número total de especies.

Este índice evaluó la uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies presentes. Toma valores entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 indican una distribución equitativa de los individuos entre todas las especies (Ardila, 2023).

Índice de Margalef

$$\text{Fórmula: } D_M = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

Donde:

D_M = índice de Margalef

S = total de especies

N = número total de individuos

Este índice estima la riqueza específica relativa, considerando el tamaño de la muestra, y resulta útil para comparar la diversidad entre distintos sitios o periodos de muestreo con diferentes abundancias de individuos. (Ardila, 2023).

Índice de Dominancia de Simpson (λ)

Este índice fue empleado para evaluar la diversidad fúngica, tomando en cuenta tanto el número de especies presentes como su proporción relativa dentro de la comunidad (Safaie et al., 2024).

Tabla 4

Valores de Interpretación del Índice de Dominancia de Simpson.

Valores	Interpretación
0-1,33	Dominancia baja (diversidad alta)
0,34-0,66	Dominancia media (diversidad media)
>0,67	Dominancia alta (diversidad baja)

Nota. Los valores obtenidos para el índice de Simpson permitirán identificar el nivel de dominancia presente durante el período de muestreo.

3.4.1 Representación gráfica

Se elaboraron gráficas de frecuencia para ilustrar la diversidad y abundancia de los cuerpos fructíferos identificados a nivel de familias, géneros y especies. Esta

representación facilitará la visualización de patrones taxonómicos y ecológicos en los distintos microhábitats muestreados.

3.4.2 Relación entre diversidad y humedad del suelo

Datos normales

Se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk es un test paramétrico utilizado para evaluar si una muestra de datos sigue una distribución normal ($n < 50$), si los datos son normales se utiliza la prueba de correlación de Pearson (Razali, 2011).

Tabla 5

Valores de Interpretación del Coeficiente de Correlación de Pearson.

Valores	Interpretación
$r = 1$	Correlación perfecta
$0,8 < r < 1$	Muy alta
$0,6 < r < 0,8$	Alta
$0,4 < r < 0,6$	Moderada
$0,2 < r < 0,4$	Muy baja
$r = 0$	Nula

Nota. Los valores representados en esta tabla me permitirán identificar como están estructuradas las correlaciones en base al valor de r.

Mediante el programa PAST 5 se realizó un análisis de regresión lineal simple (RLM) con el fin de evaluar la relación directa entre el índice de diversidad y las variables de humedad del sustrato y humedad relativa.

$$\text{Fórmula: } Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Humedad}_i + \beta_2 \cdot \text{Temperatura}_i + \beta_3 \cdot \text{pHi} + \epsilon_i$$

Donde:

Y_i es la diversidad, riqueza o abundancia de Agaricales en la parcela i .

β_0 es la ordenada al origen.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ son los coeficientes de regresión.

ϵ_i es el error.

Finalmente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar la diversidad de especies de Agaricales entre distintos niveles de humedad del sustrato, con el fin de identificar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas (MENA, 2023).

Datos no normales

Si los datos no presentan una distribución normal ($p < 0.05$), se utilizará la correlación de Spearman, que evalúa relaciones monotónicas sin asumir linealidad ni normalidad. Para comparar dos grupos independientes con datos no normales, se

emplea la prueba U de Mann–Whitney, que determina diferencias significativas en las medianas (Ghasemi & Zahediasl, 2012; Field, 2013). En casos donde se desea comparar más de dos grupos independientes, se aplica la prueba de Kruskal–Wallis, que es una extensión de la prueba de Mann–Whitney U.

Tabla 6

Valores de Interpretación del Coeficiente de Correlación de Spearman

RHO	GRADO DE RELACION
0	Relación nula
±0.000...-0.19	Relación muy baja
±0.200...-0.39	Relación baja
±0.400...-0.59	Relación moderada
±0.600...-0.79	Relación alta
±0.800...-0.99	Relación muy alta
±1	Relación perfecta

Nota. Criterios para determinar el grado de relación entre variables, basados en el coeficiente de correlación de Spearman (P).

CAPÍTULO IV

5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 IDENTIFICACIÓN TAXÓNOMICA DE HONGOS AGARICALES ENCONTRADOS.

Se registraron 23 especies de Basidiomycota como se observa en la Tabla 7, todas pertenecientes al orden Agaricales, agrupadas en 10 familias y 13 géneros, muestreadas en 10 estaciones de la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta–Vía La Ponga durante los meses de agosto, septiembre y octubre.

Las especies fueron identificadas y clasificadas por tipo de microhábitat en el cual predomina “Madera en descomposición”, con varios registros de: *Marasmiellus sp.*, *Pleurotus sp.*, *Schizophyllum commune*, *Cyathus striatus*, *Coprinellus disseminatus* y otras más. Además de también presentar otro grupo en el microhábitat “Acumulación de hojarasca” y “suelo desnudo” con las especies: *Leucocoprinus sp.*, entre otros géneros.

Tabla 7.

Identificación Taxonómica de Hongos Agaricales

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
<i>Basidiomycota</i>	<i>Agaricomycetes</i>	<i>Agaricales</i>	<i>Agaricaceae</i>	<i>Leucocoprinus</i>	<i>Leucocoprinus sp</i>
			<i>Agaricaceae</i>	<i>Leucocoprinus</i>	<i>Leucocoprinus sp</i>
			<i>Agaricaceae</i>	<i>Leucoagaricus</i>	<i>Leucoagaricus sp</i>
			<i>Marasmiaceae</i>	<i>Marasmiellus</i>	<i>Marasmiellus sp</i>
			<i>Marasmiaceae</i>	Género no determinado	<i>sp. indet.</i>
			<i>Marasmiaceae</i>	<i>Marasmius</i>	<i>Tetrapyrgos nigripes complex</i>
			<i>Marasmiaceae</i>	Género no determinado	<i>sp. indet.</i>
			<i>Marasmiaceae</i>	<i>Gymnopus</i>	<i>Gymnopus sp</i>
			<i>Mycenaceae</i>	<i>Mycena</i>	<i>Mycena sp</i>
			<i>Mycenaceae</i>	<i>Mycena</i>	<i>Mycena sp</i>
			<i>Psathyrellaceae</i>	<i>Coprinopsis</i>	<i>Coprinopsis sp</i>
			<i>Psathyrellaceae</i>	<i>Coprinopsis</i>	<i>Coprinopsis sp</i>
			<i>Psathyrellaceae</i>	<i>Coprinellus</i>	<i>Coprinellus disseminatus</i>
			<i>Psathyrellaceae</i>	<i>Psathyrella</i>	<i>Psathyrella sp</i>
			<i>Clitocybaceae</i>	<i>Collybia</i>	<i>Collybia sp</i>
			<i>Nidulariaceae</i>	<i>Cyathus</i>	<i>Cyathus striatus complex</i>
			<i>Pleurotaceae</i>	<i>Pleurotus</i>	<i>Pleurotus sp</i>
			<i>Cyphellaceae</i>	Género no determinado	<i>sp. indet.</i>
			<i>Bolbitiaceae</i>	<i>Bolbitius</i>	<i>Bolbitius sp</i>
			<i>Bolbitiaceae</i>	<i>Panaeolus</i>	<i>Panaeolus antillarum</i>
			<i>Schizophyllaceae</i>	<i>Schizophyllum</i>	<i>Schizophyllum commune</i>

Nota. Cuadro que detalla las 23 especies registradas en las 10 estaciones de muestreo.

5.1.1 Registros fotográficos y caracterización morfológica de las especies

Familia: <i>Agaricaceae</i>	
<p>Figura 6. <i>Leucocoprinus sp</i></p> 	<p style="text-align: center;">Taxonomía</p> <p>Reino: <i>Fungi</i></p> <p>Filo: <i>Basidiomycota</i></p> <p>Subfilo: <i>Agaricomycotina</i></p> <p>Clase: <i>Agaricomycetes</i></p> <p>Orden: <i>Agaricales</i></p> <p>Familia: <i>Agaricaceae</i></p> <p>Género: <i>Leucocoprinus</i></p> <p>Especie: <i>sp</i></p>
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	
<p>Habito de crecimiento: Terrícola</p> <p>Tipo de microhábitat: Acumulación de hojarasca.</p> <p>Descripción: Basidioma campanulado o convexa, con un píleo muy delgado de 2 a 4 cm aproximadamente, de un color blanco verdoso y en el centro marrón o pardo grisáceo, posee margen delgado y estriado a menudo mostrando laminas por transparencia, libres del estípite. Estípite cilíndrico, delgado y hueco, de 3–6 cm de largo y 0.2–0.4 cm de grosor, del mismo color que el sombrero o algo más claro hacia la base. Posee un anillo membranoso superior, a veces fugaz, y una base ligeramente engrosada con micelio blanco algodonoso. Presenta esporas blanquecinas.</p> <p>Comentario taxonómico: Esta especie se distingue por su anillo en el estípite y crece saprofiticamente en suelos orgánicos y húmedos (Ijaz et al., 2023)</p>	

Familia: *Agaricaceae*

Figura 7 *Leucocoprinus sp*



Nota. Comunes en entornos ricos en humus y macetas.

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Agaricaceae*

Género: *Leucocoprinus*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Terrícola

Tipo de microhábitat: Acumulación de hojarasca.

Descripción: Hongos con un píleo delgado de 3 cm, blanco a crema y en el centro parduzco, con margen estriado, lamelas libres blancas en estaba joven y parduzcas al envejecer. El estípite es de 4 cm, posee un anillo delgado, pero al madurar este desaparece. Esporas blanquecinas

Comentario taxonómico: *Leucocoprinus* se distingue debido a que presenta anillo en el estípite y crece saprofiticamente en suelos orgánicos y húmedos (Ija Unimagdalena z et al., 2023)

Familia: Agaricaceae

Figura 8. *Leucoagaricus sp*



Nota. Especie registrada una sola vez en la estación 2.

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Agaricaceae*

Género: *Leucoagaricus*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Humícola

Tipo de microhábitat: Acumulación de hojarasca.

Descripción: Los basidiomas de *Leucoagaricus* son pequeños a medianos, con sombrero de 2–10 cm, convexo aplanándose con la edad, liso a ligeramente escamoso, blanco a crema con tonos pardos en el centro y margen estriado en jóvenes; láminas libres o ligeramente adnatas, blancas volviéndose crema; estípite de 3–10 cm, cilíndrico con anillo membranoso colgante; contexto firme y blanco; saprófito sobre suelo rico en materia orgánica, césped o restos vegetales.

Comentario taxonómico: se distingue por su combinación de sombrero blanco a crema, láminas libres, estípite con anillo membranoso y contextos firmes, lo que permite diferenciarlo de géneros cercanos como *Leucocoprinus* (Blanco-Dios, 2014)

Familia: *Marasmiaceae*

Figura 9 *Marasmiellus* sp



Nota. Especie muy abundante en zonas de precipitación

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Marasmiaceae*

Género: *Marasmiellus*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: lignícola.

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición como ramas

Descripción: Basidiomas con píleo de 2 cm, con un color blanco y no estriado, este se puede arrugar y cambiar a un color crema en la fase de madurez. Posee láminas con venillas transversales blancas con inserción de adnata a subdecurrente. El estípite es fino y corto de 0,08 cm. Posee esporas de color blanco.

Comentario taxonómico: Especie que se distingue por un diminuto cojín micelial blanco en la base del estípite, ausente en *Tetrapyrgos nigripes*, y por láminas muy espaciadas que, al madurar, muestran venillas transversales y un ligero tinte rosado (Kuo M. , 2016).

Familia: *Marasmiaceae*

Figura 10 *Marasmiaceae*



Nota. Especie encontrada sobre la madera

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Marasmiaceae*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición, Tronco de árbol

Descripción: Hongo con píleo blanco y minúsculo de 1,3 cm, inicialmente convexo, translúcido-estriado, a menudo con granulaciones brillantes como restos del velo. Láminas pocas y distantes de 7 a 12 aproximadamente, libres a anexas. Estípites filiformes, huecos de 3.5 cm, con una bulba basal que termina en un disco blanco y veloso muy característico, adherido al sustrato. Expulsa esporas blancas. **Comentario taxonómico:** Esta familia se distingue por poseer basidiomas generalmente pequeños y medianos hasta 4 cm, también se encuentra en troncos caídos o madera en descomposición (Bendixsen, 2022)

Familia: Marasmiaceae

FIGURA 11 *TETRAPYRGOS NIGRIPES*
COMPLEX



Nota. Especie encontrada sobre la madera

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Marasmiaceae*

Género: *Marasmius*

Especie: *Tetrapyrgos nigripes complex*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición/tronco

Descripción: Basidiomas marcescentes, con un píleo muy pequeño, 0.8 cm Ø, membranoso y fuertemente plicado; perfil plano-umbilicado a suavemente convexo; blanco a crema con disco central levemente beige-grisáceo; margen fino y lobulado. Láminas blancas, 30 láminas primarias y 40 aristas visibles en total. no tocan el pie: se insertan en un collarium (anillo) claramente visible que rodea el estípite. Estípite filiforme “de alambre”, cartilaginoso de 40 mm de alto, negruzco, liso, sin engrosamiento basal. Expulsa esporas blancas (Ekinci et al., 2015).

Comentario taxonómico: Esta especie se distingue por estar cubierto de pelos blanquecinos diminutos y el estípite siempre esta directamente insertado en la hojarasca o ramilla, además que el tallo inicialmente es blanco y luego se torna negruzco azulado (Kuo M. , 2013)

Familia: Marasmiaceae

Figura 12. *Marasmiaceae*



Nota. Género es conocido por su capacidad de revivir tras la sequía

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Marasmiaceae*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: lignícola.

Tipo de microhábitat: Acumulación de hojarasca/Suelo

Descripción: Los basidiomas son de tamaño pequeño a mediano, con píleos que varían entre 0,5 y 5 cm de diámetro, inicialmente convexo o campanulado, se aplana con la edad, con margen fino y estriado radialmente en especies delgadas. La superficie del sombrero puede ser lisa o ligeramente escamosa y seca, Las láminas son delgadas, frecuentes, de color blanco o pálido, libres, adnatas o anexas con aristas lisas. El estípite mide típicamente entre 2 y 7 cm de longitud y 0,01–0,04 cm de grosor, cilíndrico. Expulsa esporas blancas.

Comentario taxonómico: Se distinguen por su marcescencia, esporas hialinas e inamiloides y su hábito saprófito sobre hojarasca (Shay et al., 2017)

Familia: Marasmiaceae

Figura 13. *Gymnopus sp*



Nota. Hongo llamativo por su color naranja, especie altamente tóxica

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Marasmiaceae*

Género: *Gymnopus*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Humícola

Tipo de microhábitat: Acumulación de hojarasca/Suelo

Descripción: Basidioma solitario, terrícola sobre hojarasca húmeda. Píleo de 3cm, Es convexo y deprimido en el centro, con margen fino y algo ondulado. Superficie seca a ligeramente húmeda, sin restos de velo. Coloración amarilla a anaranjado más intenso hacia el disco y más pálido hacia el margen; sin zonación marcada. Láminas gruesas, cerosas y bien espaciadas, claramente decurrentes. Color amarillento a anaranjado pálido; arista entera. Número aproximado: 12–18 láminas primarias. Estípote de 4,7 cm de altura, cilíndrico, recto y levemente ensanchado hacia la base, concolor al píleo (amarillo pálido a crema), liso, sin anillo ni volva, Esporas blancas.

Familia: Mycenaceae

Figura 14. *Mycena sp*



Nota. Especie encontrada sobre la materia orgánica en descomposición

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Mycenaceae*

Género: *Mycena*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición, Tronco de árbol

Descripción: Píleo delgado y estriado de 0,05 cm, con disco central muy marcado, pardo-violáceo oscuro. También presenta una granulación concéntrica parda. Estípote delgado y cartilaginoso de 0,03 cm de largo. Láminas separadas en algunas especies insertas en un collarium.

Comentario taxonómico: Se distingue por su sombrero campanulado con un margen estriado, además expulsa esporas blancas a hialinas y suelen estar sobre hojarasca, pecíolos o ramillas (Oliveira et al., 2020).

Familia: *Mycenaceae*

Figura 15. *Mycena sp*



Nota. Hongo diminuto encontrado únicamente en la estación 4

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Mycenaceae*

Género: *Mycena*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Humícola

Tipo de microhábitat: Acumulación de hojarasca/Suelo

Descripción: Píleo parabloide a campanulado de 3 mm, traslúcidamente estriado, blanco-ocroso con centro más oscuro; margen claro. Láminas desde 14 a 17, blancas. Estípite de 2 cm, cartilaginoso, pálido amarillento con ápice blanquecino y parte baja más oscura; la base se cubre de fibrillas largas y toscas que lo fijan al sustrato. **Comentario taxonómico:** Se caracteriza por un sombrero en forma de campana con borde estriado, produce esporas blancas a hialinas y crece generalmente sobre hojarasca, tallos o ramitas (Oliveira et al., 2020).

Familia: *Psathyrellaceae*

Figura 16. *Coprinopsis* sp



Nota.
Especie
lignícola
creciendo
sobre madera
de tronco en
descomposici
ón.



Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Psathyrellaceae*

Género: *Coprinopsis*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición, Tronco de árbol

Descripción: Hongo marasmioide de píleo pequeño (≈ 1.5 cm \varnothing), plano a levemente deprimido con umbón/disco central pardo más oscuro que el resto; superficie estriada desde el centro y margen crenulado-lobulado, a veces translúcido en húmedo. Láminas de 18–30 primarias, blancas y bien espaciadas, con láminas intercaladas; radiales muy marcadas, no tocan el pie porque terminan en un collarium conspicuo. Estípite de 2.7 cm de largo, muy delgado, cartilaginoso y elástico, blanco. Base sin bulbo, con micelio basal blanco y a veces rizomorfos finos. **Comentario taxonómico:** Genero que presenta láminas inicialmente blancas que se tornan negras con la maduración, esporas de color negro y cilíndricas a elípticas, y un hábito saprófito sobre estiércol, madera o restos vegetales (Botura et al., 2023).

Familia: *Psathyrellaceae*

Figura 17. *Coprinopsis sp*



Nota. "Seta de Tinta" o "Copa de Tinta", conocida por un proceso llamado deliquescencia

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Psathyrellaceae*

Género: *Coprinopsis*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Humícola

Tipo de microhábitat: Áreas abiertas/ poca cobertura vegetal

Descripción: hongo con píleo de 1,5 cm que pasa de ovoide a campanulado y finalmente plano, gris a negruzco, cubierto de velo universal blanquecino en la etapa temprana, luego se rompe en fibrillas o escamas efímeras. Presenta un margen finamente estriado que se fisura al comenzar la licuefacción; láminas densas blancas, grises, negras (maduración). Estípote muy delgado y blanco con 3 y 3,5 cm. Esporas de color violeta y negra. **Comentario taxonómico:** Además de su deliquescencia rápida, presenta marcada plasticidad de tamaño: existen basidiomas enanos fértiles que esporulan igual que los grandes, demostrado desde los estudios de Buller (Burke Museum, 2023).

Familia: *Psathyrellaceae*

Figura 18. *Coprinellus disseminatus*



Nota. "Seta de Tinta Diseminada", famoso por crecer en colonias densas.

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: Agaricomycotina

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Psathyrellaceae*

Género: *Coprinopsis*

Especie: *Coprinellus disseminatus*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición

Descripción: Píleo muy pequeño entre 5 a 20 mm de diámetro, son campanulados a convexo, fuertemente estriado desde el centro hacia el margen. Coloración higrofana que varía de blanquecina a gris perla con disco central más oscuro. Láminas estrechas, inicialmente blancas, volviéndose grisáceas y finalmente negruzcas al madurar. Estípote delgado y frágil de 20–60 mm, hueco y blanquecino, sin anillo ni volva. Los coprinoides tapizan la madera muerta en grandes “alfombras” y se distingue por no licuarse al madurar. **Comentario taxonómico:** se distingue por sus pequeños cuerpos fructíferos agrupados densamente sobre madera en descomposición, laminillas que no deliquescentes (Kuo M. , 2018).

Familia: *Psathyrellaceae*

Figura 19. *Psathyrella* sp



Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Psathyrellaceae*

Género: *Psathyrella*

Especie: *sp*



Nota. Posee píleos acampanados de color pardo-rojizo y láminas grises.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Humícola

Tipo de microhábitat: Suelo desnudo o mineral

Descripción: Píleo fino y estriado de 6 cm, presenta un color pardo-anaranjado en etapa juvenil y grisáceo al envejecer; sin velo, pero con setas doradas concentradas en el disco. Láminas libres que van desde blancas, grises y negras por maduración sin delicuescencia. Pie filiforme, hueco y blanco de 6cm de alto.

Dato importante: Distintivos por ser frágiles con esporada marrón a negra, sombrero higrofanó y volva ausente; basidiosporas lisas con poro germinativo.

(Shah Hussain, 2018)

Familia: *Clitocybaceae*

Figura 20. *Collybia sp*



Nota. Seta con un pie característico de color naranja

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: Agaricomycotina

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Clitocybaceae*

Género: *Collybia*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición, Tronco de árbol

Descripción: Hongo marasmioide de píleo pequeño (≈ 1.5 cm \varnothing), plano a levemente deprimido con umbón/disco central pardo más oscuro que el resto; superficie estriada desde el centro y margen crenulado-lobulado, a veces translúcido en húmedo. Láminas de 18–30 primarias, blancas y bien espaciadas, con láminas intercaladas; radiales muy marcadas, no tocan el pie porque terminan en un collarium conspicuo. Estípote de 2.7 cm de largo, muy delgado, cartilaginoso y elástico, blanco. Base sin bulbo, con micelio basal blanco y a veces rizomorfos finos. **Comentario taxonómico:** *Collybia sp.* se distingue por su sombrero delgado, láminas blancas, estípote cartilaginoso y hábito saprófito sobre hojarasca, con esporas blancas que lo diferencian de géneros próximos.

Familia: *Nidulariaceae*

Figura 21. *Cyathus striatus complex*



Nota. Conocido como "Nido de Pájaro Estriado" por su forma en cono

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Nidulariaceae*

Género: *Cyathus*

Especie: *Cyathus striatus complex*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición como ramas,

Descripción: El Basidioma adopta la forma de un pequeño vaso o cono invertido, de $\approx 0,7-1$ cm de altura y $\approx 0,6-0,8$ cm de diámetro en la boca, aunque pueden observarse ejemplares de hasta $\sim 1,5$ cm en altura. El exoperidio varía de gris-pardo a castaño oscuro, cubierta de pelos o fibrillas que apuntan hacia abajo. El endoperidio es brillante y liso, el borde del vaso se abre ligeramente hacia afuera. En el fondo se alojan peridiólos de $\sim 0,01-0,02$ cm de color gris-oscuro.

Comentario taxonómico: *Cyathus striatus* se distingue por su pequeño "nido de pájaro" con paredes internas estriadas, boca cubierta de epifragma en jóvenes y exterior peludo, rasgos que lo diferencian de otros hongos nidulares (Hassett et al., 2013).

Familia: *Pleurotaceae*

Figura 22. *Pleurotus* sp



Nota. Seta lignícola con píleo en forma de ostra o abanico

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Pleurotaceae*

Género: *Pleurotus*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición, Tronco de árbol

Descripción: Píleo en forma de ostra o abanico, de 5 cm, pálido (blanco-gris a crema), con el margen frecuentemente enrollado en jóvenes. Láminas blancas a crema, decurrentes cuando hay pie. Estípote corto y excéntrico, a veces ausente. Expulsa esporas blancas con leve tinte lila si es densa.

Comentario taxonómico: Especies como *Pleurotus* incluido *P. pulmonarius*, genera microgotas tóxicas en las hifas que paralizan nematodos, aprovechándolos como fuente adicional de nitrógeno (Rodríguez et al., 2021).

Familia: *Cyphellaceae*

Figura 23. *Cyphellaceae*



Nota. Hongo presente en estaciones muy lluviosas.

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Cyphellaceae*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

Tipo de microhábitat: Madera en descomposición/tronco

Descripción: basidioma pequeño, en forma de abanico o concha, que mide entre 1 y 5 cm de diámetro. Su superficie superior es seca, aterciopelada o tomentosa, de color blanco grisáceo a pardo claro, con zonaciones concéntricas bien marcadas. No presenta pie o este es muy corto y lateral. La cara inferior posee láminas bifurcadas o divididas longitudinalmente, una característica distintiva de la especie, que le permite abrirse y cerrarse con los cambios de humedad ambiental (higroscopia). La carne es delgada, coriácea, flexible cuando está húmeda y quebradiza al secarse.

Comentario taxonómico: Se distinguen por poseer basidios pequeños, en forma de copa o disco, saprófitos sobre madera o material vegetal en descomposición, con esporas lisas y hialinas (Kirk et al., 2008)

Familia: *Bolbitiaceae*

Figura 24. *Bolbitius sp*



Nota. Especie encontrada en suelos ricos en humus o restos vegetales.

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Bolbitiaceae*

Género: *Bolbitius*

Especie: *sp*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Humícola

Tipo de microhábitat: Acumulación de hojarasca.

Descripción: Basidiomas sésiles, gregarios a cespitosos sobre madera en descomposición. Píleo semicircular de 5 cm de ancho y 3 cm de alto, presenta un color blanco a marfil y estriada por transparencia; margen netamente denticulado. Láminas bien espaciadas y gruesas, con 2 series de lamélulas. Estípite ausente. Presenta esporas blancas. **Comentario taxonómico:** Basidiomas frágiles de sombrero amarillo a marrón, con laminillas que se oscurecen al madurar, saprófitos sobre hojarasca (Kirk et al., 2008)

Familia: *Bolbitiaceae*

Figura 25. *Panaeolus antillarum*



Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Bolbitiaceae*

Género: *Panaeolus*

Especie: *Panaeolus antillarum*



Nota. Especie única encontrada en los restos heces de vacas

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

Tipo de microhábitat: Materia en descomposición (heces de vaca)

Descripción: Cuerpo fructífero mediano, caracterizados por un sombrero subgloboso en etapas juveniles, que es convexo en la madurez. Su diámetro varía entre 2 y 7 cm, con una superficie lisa, seca y no higrofanó, de color blanco a gris claro. El margen del sombrero es incurvado, careciendo de restos de velo. Las láminas jóvenes son blanquecinas o grisáceas, en la madurez adoptan un color gris oscuro a negro, debido al depósito de esporas. El estípite es cilíndrico, recto, de color blanco a grisáceo, con una longitud que varía entre 6 y 10 cm. Su superficie es lisa o tenuemente pruinosa hacia el ápice, a veces con una base

levemente ensanchada. Las esporas son elipsoidales, lisas, de pared gruesa y con un poro germinativo apical visible (Desjardin, D. E., & Perry, B. A., 2017).

Familia: *Schizophyllaceae*

Figura 26. *S. commune*



Nota. Especie lignícola encontrada creciendo sobre la madera en descomposición de un tronco.

Taxonomía

Reino: *Fungi*

Filo: *Basidiomycota*

Subfilo: *Agaricomycotina*

Clase: *Agaricomycetes*

Orden: *Agaricales*

Familia: *Schizophyllaceae*

Género: *Schizophyllum*

Especie: *S. commune*

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Habito de crecimiento: Lignícola

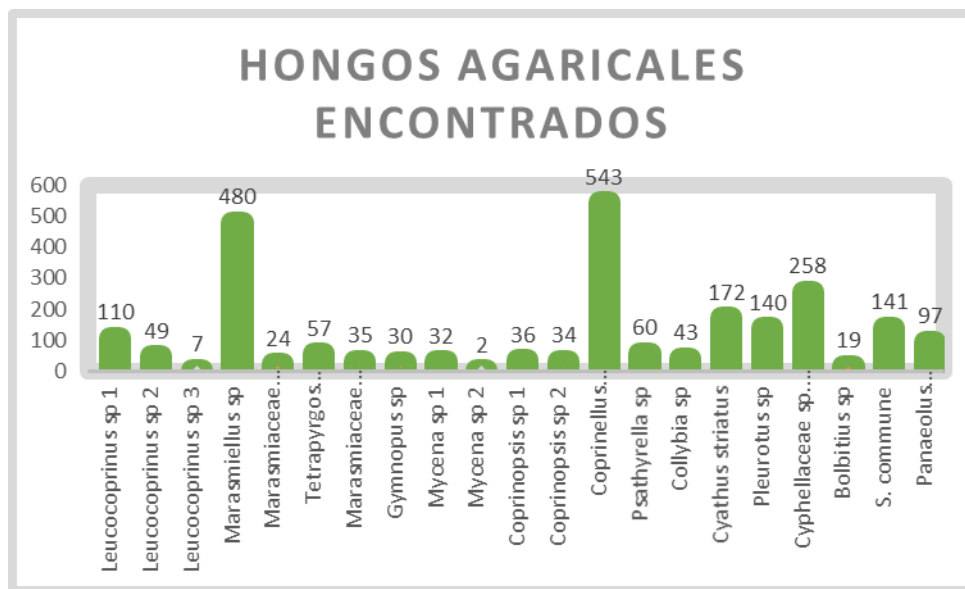
Tipo de microhábitat: Madera en descomposición/tronco

Descripción: Cuerpo fructífero coriáceo con un Píleo flabeliforme a semicircular de 15 y 25 mm de ancho). En la superficie superior es blanco-crema a ocráceo pálido, con margen fimbriado. Las láminas son gruesas, radiadas, bifurcadas, con hendidura media longitudinal; color gris-crema a rosado pálido en húmedo; es marcescente: se cierra al secar y rehidrata. No presenta estípites y esporas blancas.

5.1.2 Abundancia de hongos Agaricales encontrados

Figura 27.

Interpretación de las especies encontradas



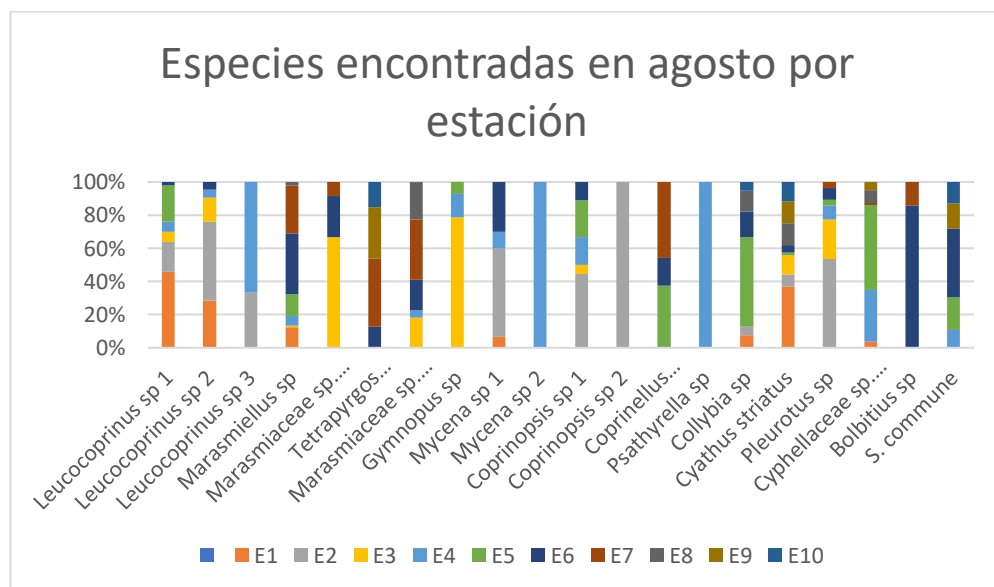
Nota. La gráfica muestra una fuerte dominancia de las especies *Coprinellus disseminatus* y *Marasmiellus sp.* en la comunidad de hongos Agaricales, ya que ambas representan la mayor parte de la abundancia total.

La abundancia de especies, presentó una dominancia asimétrica, donde la mayor parte de la biomasa de individuos está concentrada en un número muy reducido de taxones, mientras que la mayoría de las especies contribuyen a la abundancia total encontrados en la Figura 27. Se manifiesta una fuerte dominancia de dos especies clave: *Coprinopsis disseminatus* con 543 individuos y *Marasmiellus sp.* con 480 individuos. Estas dos especies representan el 38.2% de todos los individuos muestreados. *Coprinopsis disseminatus* es típicamente un saprófito gregario que

crece sobre madera muy descompuesta o restos orgánicos, mientras que *Marasmiellus sp.* se asocia comúnmente a la hojarasca y ramas finas. Su abundancia masiva indica una alta disponibilidad y consumo de materia orgánica en el área, siendo ambas especies los principales agentes descomponedores. El segundo grupo de co-dominantes incluye especies como *Cyphellaceae sp. Indet.* con 258 individuos *Cyathus striatus* con 172 individuos, *S commune* con 141 individuos y por último *Pleurotus sp.* Con 140 individuos

Figura 28

Especies encontradas en agosto por estación



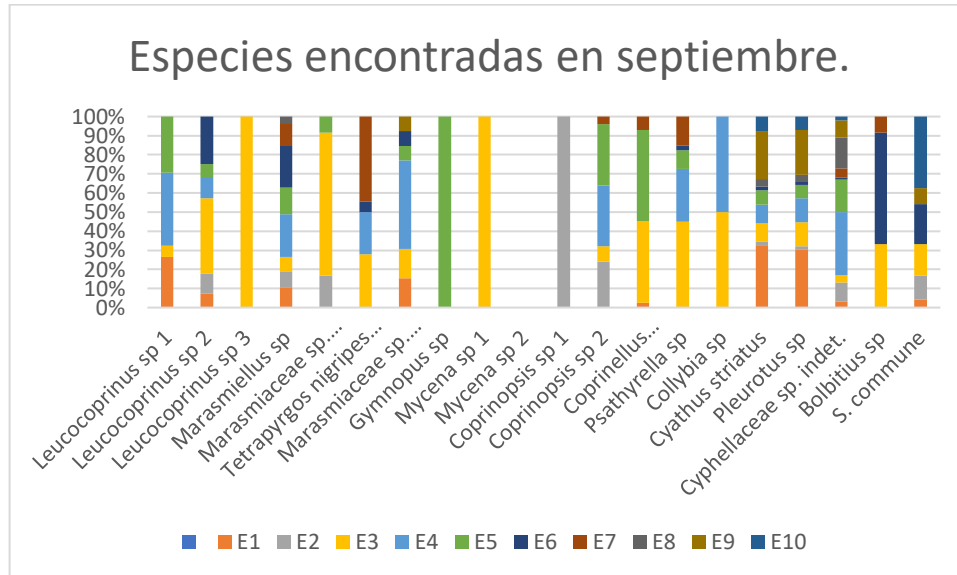
Nota. Diagrama de barras, mostrando la distribución porcentual de especies de hongos en agosto, evidenciando una marcada variación entre estaciones y una clara heterogeneidad en la comunidad fúngica.

La figura 28 del mes de agosto, evidencia la distribución relativa de las especies fúngicas registradas en las diez estaciones de muestreo (E1–E10). Se observa que *Marasmiellus sp.* predominó ampliamente, con 42 individuos en E1, 104 en E4, 123 en E6 y 98 en E7, reflejando su adaptación y preferencia por los ambientes intermedios del área, donde las condiciones de humedad y materia orgánica parecen ser más favorables. *Leucocoprinus sp. 1* presentó una distribución más restringida, con 23 individuos en E1, 9 en E2, 11 en E4 y apenas 1 en E6. De manera similar, *Leucocoprinus sp. 2* se concentró en las primeras estaciones, debido a su afinidad por sectores con mayor cobertura vegetal o residuos orgánicos recientes.

Por otro lado, *Cyathus striatus* alcanzó 25 individuos en E1 y 45 en E3, mientras que *Pleurotus sp.* también tuvo su pico máximo en E3 con 45 registros, evidenciando que esta estación presenta condiciones óptimas para especies saprófitas. Asimismo, *Cyphaleaceae sp. indet.* registró 49 individuos en E4 y 12 en E8, y *S. commune* destacó en E6 con 19. En cambio, especies como *Coprinellus disseminatus*, *Gymnopilus sp.*, *Mycena sp.* y *Bolbitius sp.* fueron poco frecuentes, con menos de 10 individuos por estación. Las estaciones E3, E4, E5 y E6 concentraron la mayor abundancia total, superando los 100 individuos, mientras que E9 y E10 mostraron valores inferiores a 20.

Figura 29

Especies encontradas en septiembre.



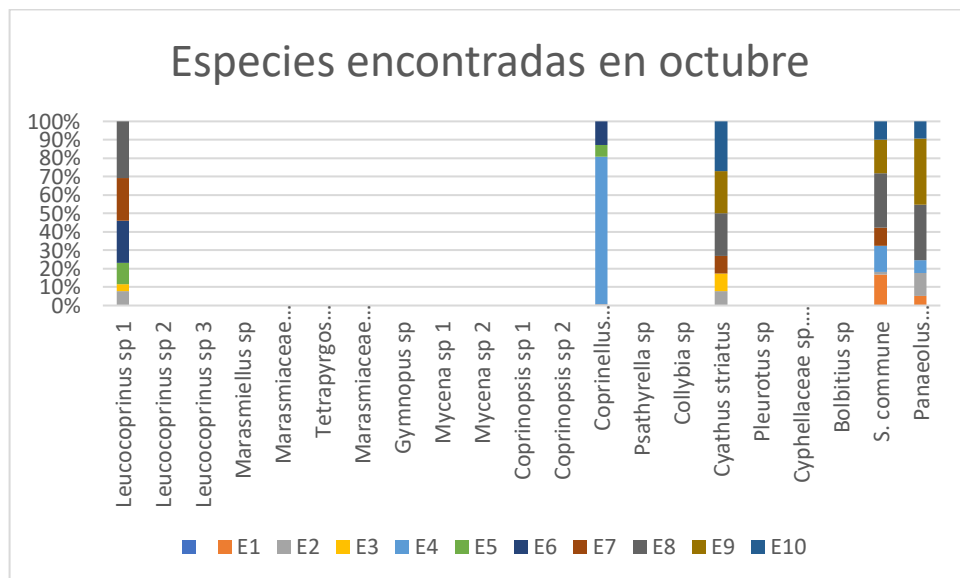
Nota. En septiembre se observó una leve disminución en la abundancia general, aunque la diversidad se mantuvo alta. Las mayores abundancias se registran en las estaciones intermedias (E3–E6), donde las condiciones de humedad y sustrato favorecen el desarrollo fúngico.

El mes de septiembre se observa en la figura 29, el cual mantuvo una diversidad relativamente alta, con abundancia ligeramente inferior a las registradas en algunas especies dominantes para el mes de agosto. En la gráfica se observa que *Marasmiellus sp.* fue la especie con mayor abundancia, registrándose 15 individuos en E1, 32 en E4, 20 en E5 y 31 en E6, demostrando su amplia distribución y adaptación a las condiciones intermedias en los transectos. En *Leucocoprinus*, presentó valores altos en las estaciones iniciales (9 en E1, 13 en E4 y 10 en E5), mientras que la especie 2 y 3 también se concentraron al inicio, reflejando su

asociación con áreas de mayor cobertura vegetal y materia orgánica. Las especies saprófitas *Pleurotus sp.* y *Cyathus striatus* alcanzaron sus máximos en E1 (17 individuos) y menores en E3–E4 (5 a 7), determinando que las condiciones iniciales favorecen la descomposición de sustratos lignocelulósicos. *Cyphellaceae sp. indet.* y *Coprinellus* presentaron picos en E4 (33 individuos) y E6 (20), respectivamente, mientras que otras especies, como *Coprinopsis*, *Mycena* o *Bolbitius*, tuvieron escasa representación.

Figura 30

Especies encontradas en octubre



Nota. En octubre se registró una marcada disminución en la riqueza y abundancia de especies. *Coprinellus* en E4 y *Cyphallaceae sp.* en E5, mientras que *Panaeolus antillarum* predominó en las estaciones finales.

La figura 30, presenta una disminución de especies en octubre, lo que indica un cambio marcado en las condiciones ambientales del hábitat. En este mes, solo unas pocas especies como *Coprinellus disseminatus* en E4 con 344 individuos, seguido de E5 y E6. Este comportamiento refleja que las condiciones en la zona central del transecto son más propicias para su desarrollo. De forma similar, *Panaeolus antillarum* mostró un patrón diferente, con máximos en E9, indicando preferencia por sectores finales del muestreo, cabe recalcar que esta especie fue encontrada en los excrementos de vaca. En contraste, *Pleurotus sp.* y *Cyathus striatus* se concentraron en las primeras estaciones.

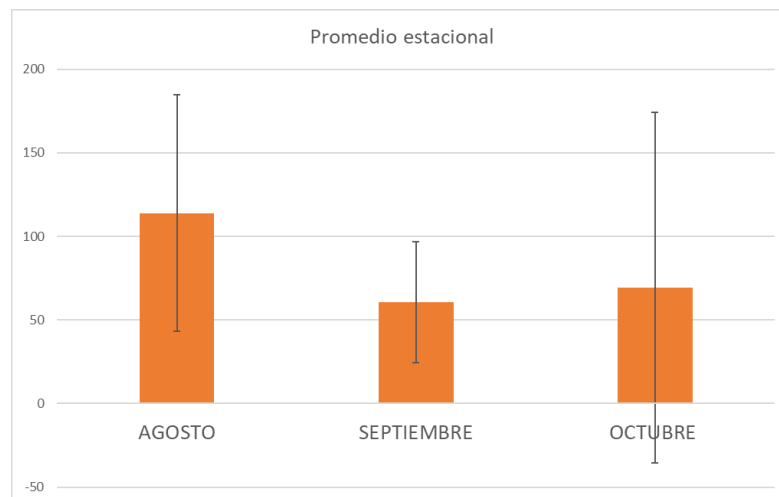
5.1.3 Registro promedial

Se calculó la abundancia promedio de especies de hongos para cada mes con el fin de analizar la fluctuación mensual durante el periodo de muestreo. Agosto presentó la media más alta, con 113.9 ± 70.7 individuos, lo que coincide con el inicio de las lluvias, temperaturas más frescas y un sustrato con abundante materia vegetal en descomposición. Estas condiciones favorecieron la fructificación masiva de los basidiomas, explicando el pico registrado en este mes. Para septiembre se observó una disminución notable, con un promedio de 40.66 ± 36.6 individuos, durante este mes comenzaron los días de mayor radiación solar y un aumento progresivo de la temperatura, lo que reduce la humedad del sustrato y limita la formación de basidiomas. La diferencia entre agosto y septiembre representa la mayor variación intermensual, asociada a estos cambios ambientales más abruptos. En octubre, la

abundancia promedio aumentó ligeramente a 69.3 ± 104.6 individuos, presentando días soleados intercalados con nublados, la temperatura se mantuvo elevada, generando condiciones heterogéneas dentro de los transectos. A ello se suma la notable presencia de materia fecal de vaca, la cual favoreció la proliferación de una especie coprófila que incrementó la abundancia en ciertas estaciones, reflejándose en la alta variabilidad registrada. Octubre no alcanzó los niveles de agosto, pero sí evidenció una recuperación en la producción de cuerpos fructíferos.

Figura 31

Registro de las medias de cada mes



Nota. La abundancia promedio de especies fue mayor en agosto, seguida de una fuerte disminución en septiembre y una leve recuperación en octubre, evidenciando variaciones asociadas a las condiciones climáticas del periodo de muestreo.

5.2 ÍNDICES ECOLÓGICOS

La evaluación de los cuatro índices ecológicos, aplicada a cada estación de muestreo reveló un patrón complejo que diferencia la composición de la comunidad fúngica en el espacio.

5.2.1 índice de diversidad de Shannon (H')

En análisis del índice de Shannon-Weaver presentado en la figura 32, se efectuó en diez estaciones de muestreo durante los meses de agosto, septiembre y octubre, con el propósito de determinar las variaciones temporales en la diversidad fúngica. Durante el mes de agosto, los valores del índice variaron entre 1,574 y 2,457, ubicándose todos dentro del rango de diversidad media. Las estaciones con mayor diversidad fueron la Estación 2 con 2,457 y la Estación 5 con 2,309, mientras que la Estación 10 con 1,574 presentó el valor más bajo. Este comportamiento indica que la comunidad fúngica mantuvo un equilibrio moderado, posiblemente favorecido por condiciones ambientales estables y adecuadas para el desarrollo de distintas especies. La presencia de una diversidad media determina que no existe dominancia marcada de una sola especie, sino una distribución relativamente homogénea entre las diferentes especies observadas.

Para el mes de septiembre, los índices de diversidad oscilaron entre 1,478 y 2,455, ubicándose dentro del rango medio de la mayoría de las estaciones. Las estaciones

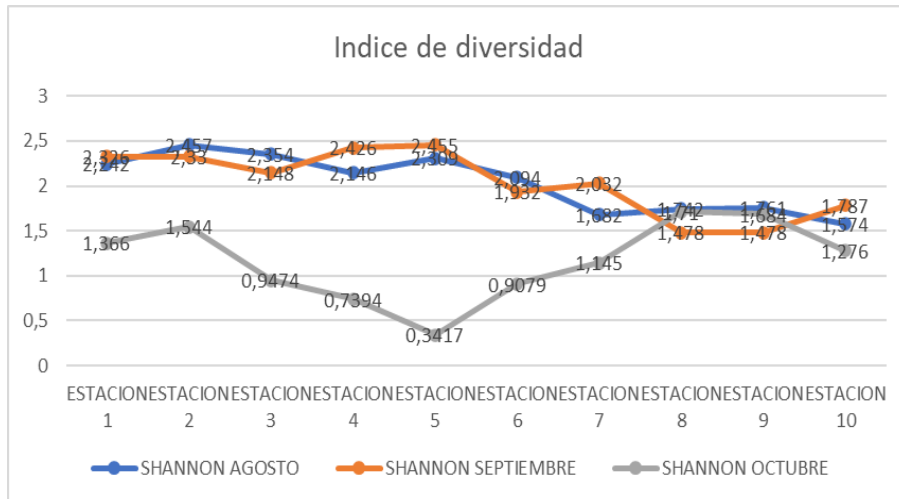
4 y 5 (2,426 y 2,455, respectivamente) obtuvieron niveles más altos, seguido de la estación 1 (2,326), que refleja un leve incremento con respecto al mes anterior. Por otra parte, las estaciones 8, 9 y 10 presentaron una diversidad menor, aunque aún dentro de la categoría media, posiblemente vinculado a condiciones locales menos apropiadas para el desarrollo de los organismos.

En el mes de octubre se observó una reducción importante en la diversidad, con valores que oscilaron entre 0,3417 y 1,71. La mayoría de las estaciones registraron valores bajos, excepto las estaciones 8 y 9 (1,71 y 1,684, respectivamente), que presentaron valores intermedios. La disminución de la diversidad puede estar vinculada al descenso de las precipitaciones en el área, ocasionando una ausencia temporal de los organismos fúngicos.

A través de una comparación mensual, se reporta que agosto y septiembre conservaron una diversidad intermedia entre 1,5–2,4, mientras que octubre reportó una baja diversidad en la mayoría de las estaciones, con valores por debajo de 1,35. No evidenciaron índices superiores a 3,5, manifestando que no se alcanzó una diversidad alta durante el periodo de investigación

Figura 32

Comparación del índice de diversidad



Nota. Los valores del índice de Shannon-Weaver mostraron una diversidad media en agosto y septiembre, con estabilidad en las comunidades fúngicas, mientras que en octubre se registró una disminución marcada, reflejando el impacto de la reducción de lluvias sobre la diversidad biológica.

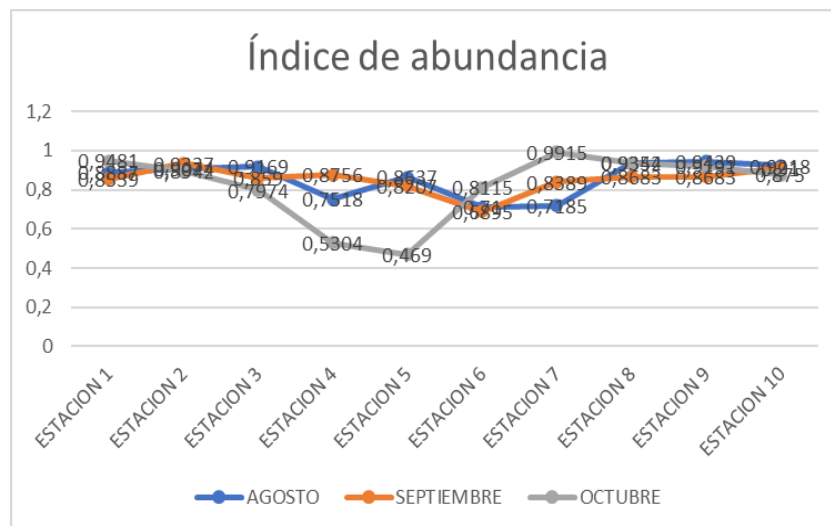
Los resultados fueron procesados con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, con valores del estadístico W de 0,2747 para agosto, 0,2181 para septiembre y 0,7511 para octubre, con un nivel de significancia $p > 0,05$, revelando la normalidad en los datos. De este modo, las variaciones reflejadas entre meses corresponden a fluctuaciones naturales y reales de diversidad y no a cambios aleatorios. Esto sugiere que el área reflejó un equilibrio moderado en los primeros meses y una reducción considerablemente al culminar el periodo de muestreo.

5.2.2 Índice de Equitatividad de Pielou

Este índice mide la abundancia de las especies fúngicas presentes en cada estación de los meses de agosto, septiembre y octubre, donde valores cercanos a 1 indican una distribución más equitativa de especies.

Figura 33

Índice de abundancia



Nota. Las estaciones mostraron alta equidad (0.7–0.9), con mayor estabilidad en E2, E3, E8 y E9, y leve disminución en octubre. La prueba de Shapiro-Wilk indicó que los datos no siguieron una distribución normal.

En la figura 34. se revela que las estaciones presentaron valores altos de equidad, entre 0.7 y 0.9, indicando que las especies tienen una distribución uniforme en la mayoría de los sitios. En las estaciones 2, 3, 8 y 9 se registraron los valores más altos y estables durante los monitoreos, indicando que las comunidades cuentan con

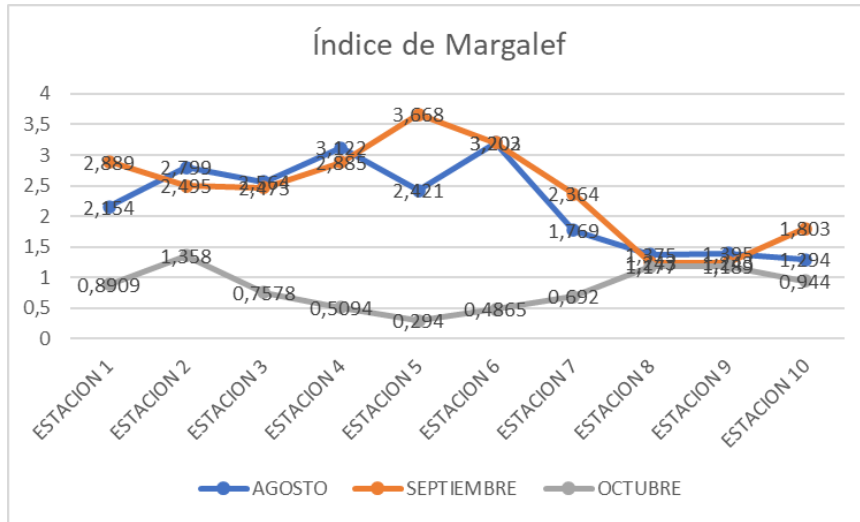
una estructura más equilibrada. Por el contrario, en las estaciones 5 y 6 se obtuvieron valores bajos, reflejando una uniformidad inferior en la distribución de especies. Para el mes de octubre se mantuvo una equidad superior, pero con una disminución reducida en algunas estaciones intermedias, posiblemente relacionado a alteraciones medioambientales o a la presencia temporal de ciertas especies dominantes. La prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) generó valores de $p = 0.0180$ para agosto, $p = 0.0350$ para septiembre y $p = 0.0195$ para el mes de octubre (todos menores a 0.05).

5.2.3 Índice de Margalef

En la figura 34, se observa una tendencia descendente ligera de los índices conforme avanza el periodo de monitoreo. La línea que corresponde al mes de agosto se encuentra por encima de las demás, en tanto que, la línea que representa a octubre refleja los valores más bajos, demostrándose una reducción progresiva en la riqueza de especies. Esta dinámica expresa que los parámetros ambientales presentaron condiciones óptimas al inicio del estudio, deteriorándose en los meses posteriores, alterando la diversidad en las diferentes estaciones.

Figura 34

Índice de Margalef.

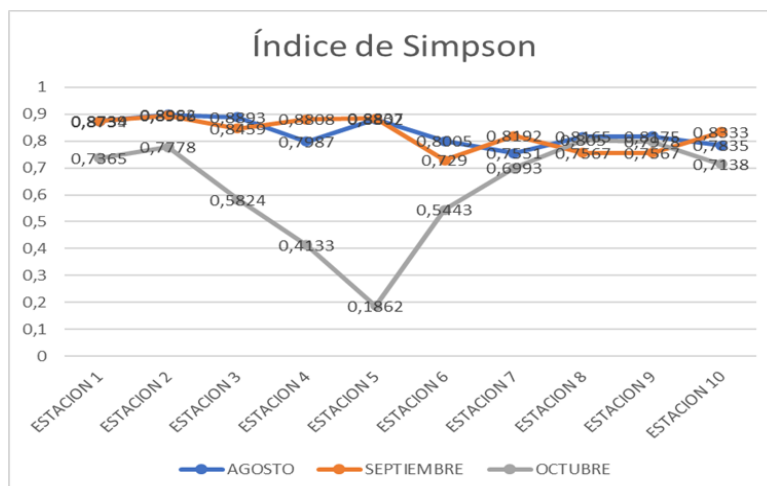


Nota. Representación del índice de Margalef mostrando una tendencia descendente a lo largo del periodo, con agosto presentando la mayor riqueza y octubre los valores más bajos, reflejando una reducción progresiva de la diversidad fúngica.

5.2.4 Índice de Simpson

Figura 35

Análisis de resultados del índice de Simpson



Nota. Representación del índice de Simpson evidenciando una disminución gradual de la diversidad, con agosto como el mes más diverso y octubre el más bajo. Solo octubre presentó datos no normales.

En el mes de octubre, la diversidad aumenta moderadamente en ciertas estaciones, aunque a nivel general se sigue encontrando por debajo del nivel del mes de agosto. Por otra parte, las estaciones 1 y 10 revelan una diversidad más robusta y estable en los tres meses de monitoreo. Tras el análisis de normalidad (Shapiro-Wilk) de los datos, se reflejó que los del mes de agosto fueron de 0.7915 y septiembre con 0.1083 (superiores al umbral de 0.05), permitiendo aceptar la hipótesis nula, la cual indica una distribución normal de los datos. En cuanto, los datos del mes de octubre se obtuvo un $p = 0.0385$ (inferior a 0.05), indicando la no normalidad de este grupo de datos.

5.3 RESPUESTAS DE LA COMUNIDAD FÚNGICA A LAS VARIACIONES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

Tabla 8.

Promedio de Humedad del Sustrato Registrada por Estaciones.

HUMEDAD DEL SUSTRATO			
ESTACIONES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
1	75%	75%	75%
2	74.5%	74%	81%
3	74.5%	75%	84%
4	82%	80%	82%
5	83%	76%	82%
6	78%	74%	71%
7	61%	81%	80%
8	66%	84%	75%
9	78%	75%	76%
10	68.5%	76%	76%
PROMEDIO	75% ± 8%	77% ± 4%	78% ± 4%

Nota. La humedad del sustrato se mantuvo estable entre los meses, con un promedio general cercano al 77 %, mostrando un leve incremento de agosto a octubre.

Tabla 9.*Promedio de humedad relativa registrada por estaciones.*

HUMEDAD RELATIVA			
ESTACIONES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
1	66,85%	75,55%	91,10%
2	67,80%	75,50%	86,10%
3	68,85%	75,95%	85,80%
4	69,75%	77,50%	85,70%
5	67,95%	75,90%	82,45%
6	66,55%	78,50%	89,70%
7	71,35%	76,65%	88,85%
8	69,65%	77,15%	87,00%
9	68,15%	75,90%	86,10%
10	69,85%	73,60%	86,85%
Promedio	68,68%	76,22%	86,97%

Nota. En la tabla muestra como la humedad relativa aumentó gradualmente de agosto (68,68 %) a octubre (86,97 %).

Tabla 10.*Promedio de Temperatura Registrada por Estaciones.*

TEMPERATURA			
ESTACIONES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
1	22	21	21
2	23	21	23
3	23	22	23
4	22	22	24
5	23	22	23
6	21	22	23
7	23	21	25
8	23	21	24
9	22	22	24
10	22	22	25
PROMEDIO	22,4 ± 0,699	21,6 ± 0,516	23,5 ± 1,178

Nota. La tabla muestra como la temperatura mostró una leve variación mensual, con un descenso en septiembre (21,6 °C) y un aumento en octubre (23,5 °C).

Tabla 11.

Promedio de pH Registrada por Estaciones.

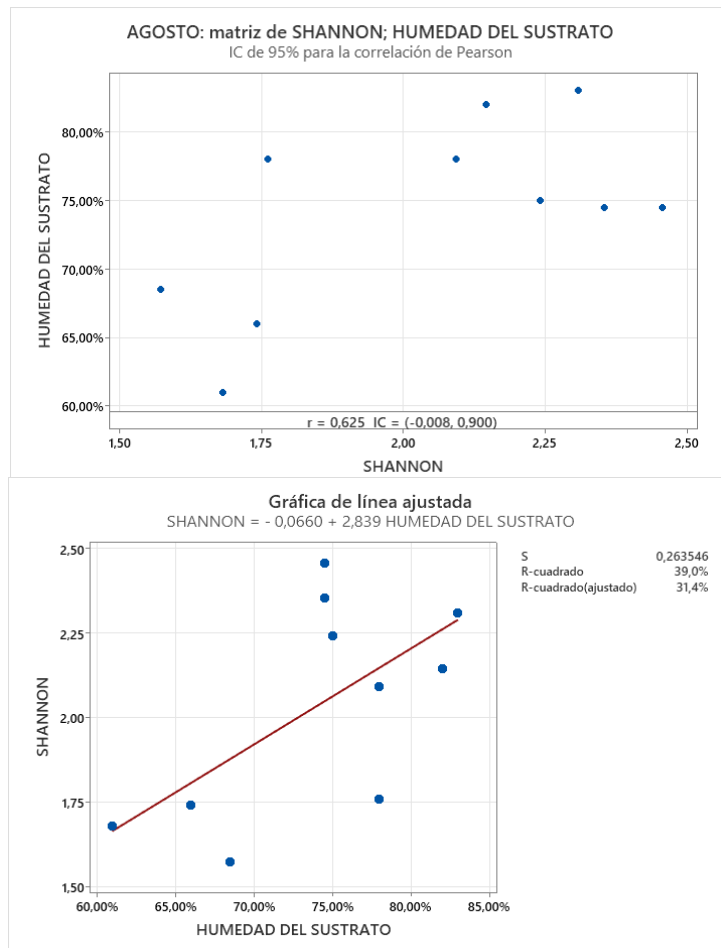
pH			
ESTACIONES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
1	6,5	7,05	8,5
2	5,45	7,5	7,9
3	6,55	6,9	6,5
4	6,9	7,55	7,75
5	7,75	7,05	7
6	6,6	7,5	6,9
7	7,5	7,15	7,4
8	6,7	7	8,1
9	7,25	6,65	7,3
10	6,55	7,4	7,8
PROMEDIO	6,775 ± 0,639	7,175 ± 0,301	7,515 ± 0,608

Nota. El pH del sustrato mostró una tendencia ligeramente alcalina, aumentando de 6,78 en agosto a 7,52 en octubre.

Las tablas 8,9,19 y 11 se utilizaron para el análisis de correlación, destacando, que los parámetros físico químicos no solo actúan de forma estática sobre la diversidad, sino que su impacto es dependiente de la temporalidad. Inicialmente, es un factor promotor en el mes de agosto, pasa a ser linealmente irrelevante en el mes de septiembre, y finalmente en el mes de octubre representa un factor limitante.

Figura 36

Correlación entre humedad del sustrato e índice de Shannon; especificación de la pendiente



Nota. Representación gráfica de la correlación positiva ($r = 0.625$) de agosto, entre la humedad del sustrato y la diversidad de Agaricales, evidenciando que una mayor humedad favorece la diversidad fúngica.

En el mes de agosto se analizó la relación entre las condiciones edáficas y la diversidad de especies de Agaricales reportadas en las estaciones de muestreo. La humedad presentó valores entre el 61 % y 83 %, mientras que el índice de Shannon

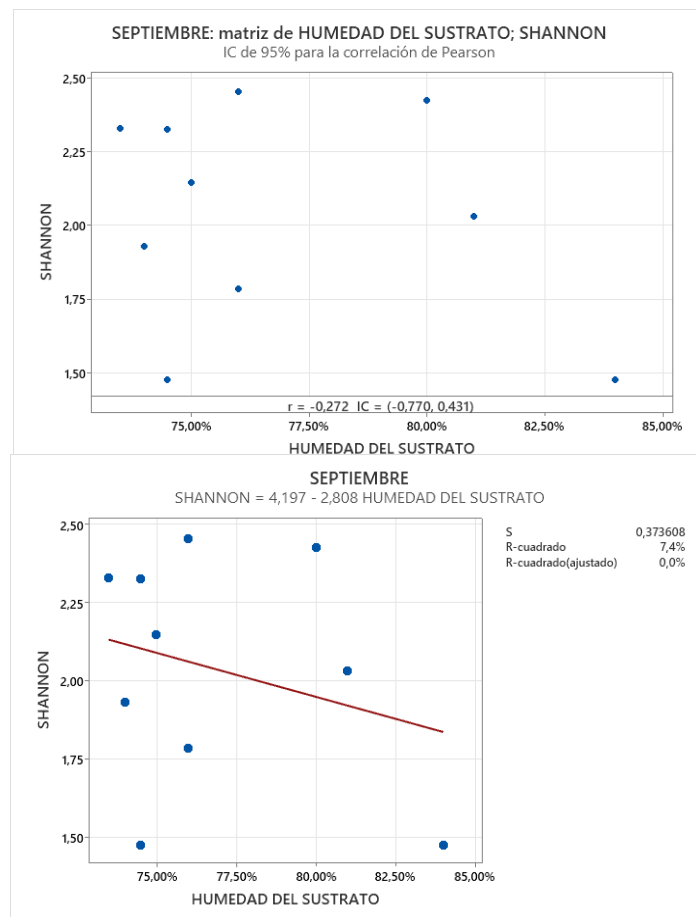
osciló entre 1.574 a 2.457, indicando diferencias importantes en la composición y distribución de las especies fúngicas. El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0.625, reflejando una relación positiva moderada entre la humedad del sustrato y la diversidad respectiva. Este coeficiente indica que cuando la humedad aumenta, la diversidad de hongos tiende a incrementarse. De manera que, las estaciones que tienen mayor contenido de humedad presentan mayor cantidad y distribución equitativa de especies. En la Figura 36 se observa una tendencia ascendente entre la humedad del sustrato y la diversidad fúngica. Las estaciones que reportaron humedad superior al 75 % presentaron los índices de Shannon más altos, mientras que las estaciones con humedad entre 60 % y 68 % reflejaron menor diversidad.

El coeficiente de determinación (R^2) del 39 % indica que casi el 40 % de la variación en la diversidad está influenciada por la humedad del suelo. El coeficiente de correlación ($r = 0,625$) evidencia una relación positiva moderada reflejándose la importancia entre la humedad edáfica y el desarrollo de los organismos fúngicos. Los hongos Agaricales dependen de condiciones hídricas óptimas para el crecimiento micelial, la respectiva absorción de nutrientes y la fructificación. Por el contrario, en ambientes secos, las actividades enzimáticas y la descomposición de la materia orgánica disminuyen. Las estaciones que contienen más humedad, como la E2 (74,5 %); destacan la mayor diversidad (Shannon = 2,457), mientras que la E10 (68,5 %); mostró la diversidad más baja (Shannon = 1,574). Este patrón manifiesta que la humedad promueve coexistencia y estabilidad de las especies al

disminuir la competencia y aumentar la disponibilidad de recursos. Por lo tanto, la humedad del sustrato se es considerado como un factor determinante en la diversidad de Agaricales.

Figura 37

Correlación entre humedad del sustrato e índice de Shannon; especificación de la pendiente



Nota. Representación gráfica del mes de septiembre, en el cual, no se encontró relación entre la humedad del sustrato y la diversidad de Agaricales ($r = 0.000$; $R^2 = 0.0\%$),

indicando que la humedad no influyó significativamente en la diversidad fúngica debido a su estabilidad entre estaciones.

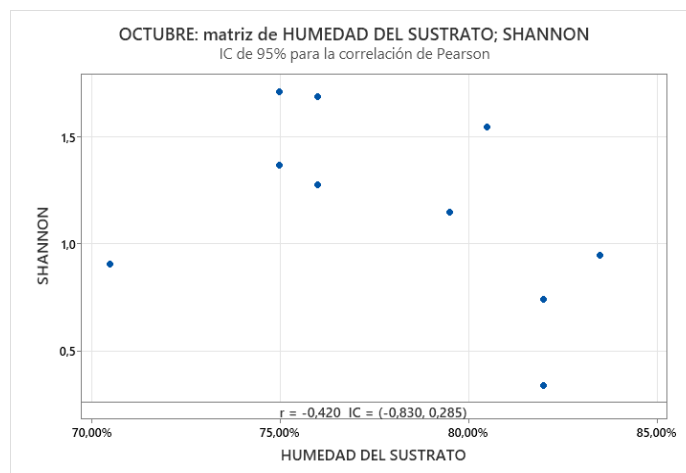
En el mes de septiembre se observa que la humedad del sustrato cambia en un intervalo comprendido entre 73.60% y 78.50%, sugiriendo una relativa homogeneidad en las condiciones de humedad entre las diferentes estaciones. El índice de Shannon fluctúa entre 1.478 y 2.455, demostrando una variabilidad moderada en la diversidad de especies. Esto revela que, aunque la humedad es similar entre estaciones, la composición y abundancia relativa de especies pueden verse influenciadas por otros factores ambientales. En el diagrama de dispersión como se observa en la figura 38, la distribución de los puntos correspondientes a las diez estaciones. Visualmente, los puntos no siguen una tendencia definida: se encuentran dispersos sin una dirección ascendente o descendente clara. El coeficiente de correlación de Pearson ($r = 0.000$) confirma esta observación, indicando una ausencia total de correlación lineal entre la humedad y el índice de Shannon. Además, el intervalo de confianza (IC) de 95% = -0.629 a 0.630 incluye el valor cero, lo que refuerza la conclusión de que la relación no es significativa.

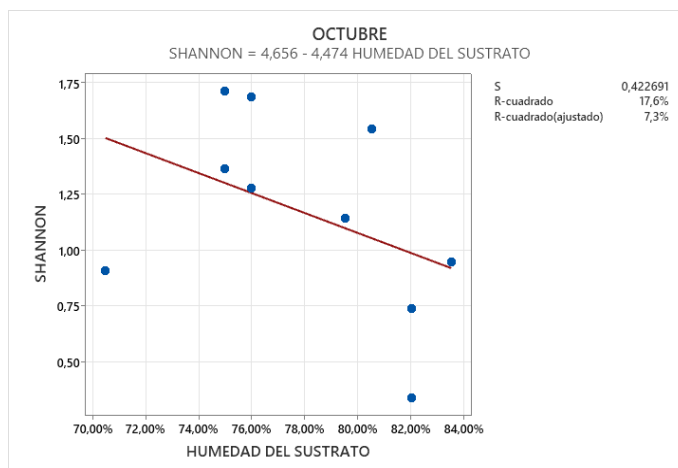
El modelo de regresión lineal simple mostró una pendiente mínima de 0,013, lo que indica que un aumento en la humedad apenas influye en el índice de Shannon, reflejando una relación muy débil. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,0 \%$) confirma que la humedad no explica la variación en la diversidad, evidenciando la ausencia de una relación lineal significativa. La figura 38 se observa, la línea de

tendencia casi horizontal y la dispersión aleatoria de los puntos indicando que durante el mes de septiembre, la humedad del sustrato no fue un factor determinante en la diversidad fúngica. Es posible que el rango de humedad registrado (73–78 %) se mantuviera dentro de un intervalo óptimo para el crecimiento de los hongos, evitando que pequeñas variaciones afectaran su distribución. En consecuencia, aunque ecológicamente la humedad suele influir en la actividad fúngica, en este periodo su efecto resultó neutral o no limitante, careciendo además de significancia estadística para establecer un modelo predictivo confiable.

Figura 38

Correlación entre humedad del sustrato e índice de Shannon; especificación de la pendiente





Nota. En octubre se observó una correlación negativa moderada entre la humedad del sustrato y la diversidad fúngica ($r = -0.420$; $R^2 = 17.1\%$), indicando que al aumentar la humedad, el índice de Shannon tiende a disminuir, aunque la relación no fue estadísticamente significativa.

La figura 38 de dispersión del mes de octubre, se aprecia una tendencia descendente débil: conforme la humedad del sustrato aumenta, el valor del índice de Shannon tiende a disminuir. El coeficiente de correlación de Pearson ($r = -0.420$) indica una correlación negativa moderada, lo cual significa que existe una tendencia, aunque no fuerte, hacia una menor diversidad a medida que aumenta la humedad del sustrato. El intervalo de confianza (IC 95 %: -0.688 a 0.025) incluye el valor cero, lo que indica que la correlación no es estadísticamente significativa al nivel del 5 %, pero sí sugiere una dirección clara de asociación negativa.

El modelo de regresión lineal mostró un coeficiente de determinación (R^2) de 17,1 %, indicando que solo una pequeña parte de la variabilidad del índice de Shannon se explica por los cambios en la humedad del sustrato, mientras que el resto se debe

a otros factores ambientales o ecológicos. La pendiente negativa de $-4,674$, revela una relación inversa entre ambas variables: a medida que la humedad aumenta, la diversidad tiende a disminuir. Esta tendencia se observa claramente en la figura 39, donde la línea descendente muestra una reducción progresiva del índice de Shannon conforme se incrementa la humedad del suelo.

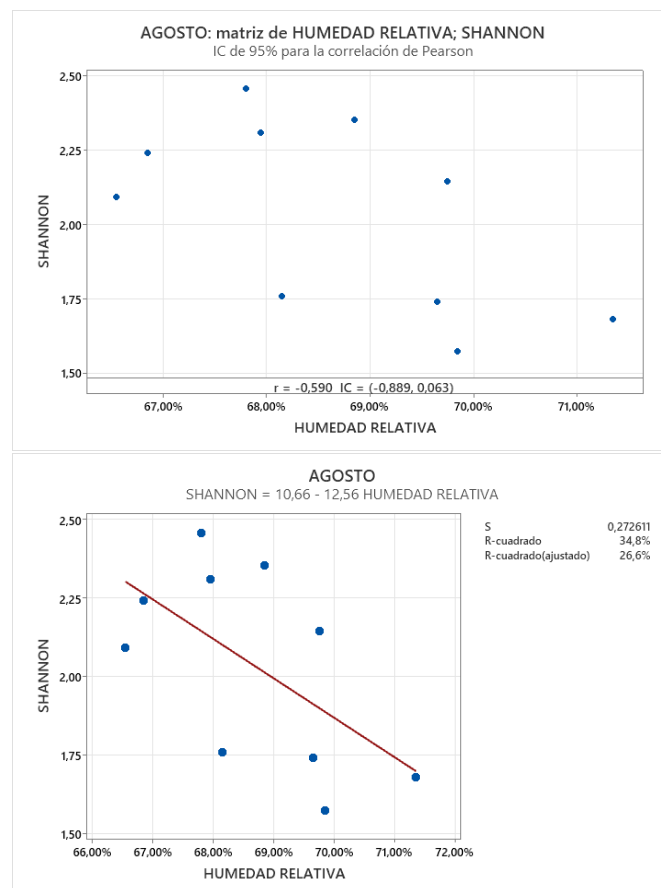
La correlación negativa observada determina, que los niveles más altos de humedad registrados en octubre podrían haber creado condiciones menos favorables para la coexistencia de varias especies de hongos, beneficiando principalmente a aquellas que están adaptadas a ambientes más húmedos. Durante este mes se lograron identificar distintos microambientes dentro de las estaciones, con zonas más secas y otras más húmedas, además de variaciones en la textura del suelo, la temperatura y el pH.

La variabilidad ambiental favorece la coexistencia de múltiples especies, debido a que, cada una prospera en el nicho más adecuado a sus necesidades. Sin embargo, cuando la humedad es excesiva y constante, la heterogeneidad del sustrato disminuye, reduciendo la diversidad de especies. A diferencia de septiembre, donde no se evidenció correlación ($r = 0.000$; $R^2 = 0 \%$), en octubre la relación pasó a ser negativa indicando que, al aumentar la humedad, la diversidad fúngica descendió.

Esta variación puede estar asociada aumento de las precipitaciones o a una mayor contención de agua en el suelo, lo cual alteró las condiciones microambientales. A pesar de que el número total de especies no cambió significativamente, algunas presentaron más dominancia, afectando la equitatividad. Esta situación manifiesta que la humedad actúa como un factor selectivo, favoreciendo a especies que presentan más tolerancia fisiológica y reduciendo el equilibrio ecológico del conjunto.

Figura 39

Correlación entre agosto y humedad relativa



Nota. Representación del mes de agosto, donde la diversidad fúngica disminuyó al aumentar la humedad; las estaciones más secas (66–68 %) mostraron mayor diversidad, confirmando una correlación negativa moderada ($R^2 = 27,6 \%$).

El índice de Shannon (H') de la figura 39, mostró diferencias marcadas entre estaciones. Las estaciones 2 y 3 presentaron la mayor diversidad ($H' = 2,46$ y $2,35$), mientras que las estaciones 7, 9 y 10 registraron los valores más bajos ($1,68$; $1,76$ y $1,57$), indicando menor diversidad y una posible dominancia de pocas especies. Según Khalmuratova et al., (2015), estos valores corresponden a diversidad media-baja ($H' < 3,0$). Estas variaciones estar relacionadas con factores ambientales como la humedad del suelo y la cobertura vegetal, que influyen directamente en la presencia de hongos. En cuanto a la humedad relativa, los valores se mantienen relativamente constantes, con pequeñas variaciones entre estaciones. Sin embargo, el análisis de dispersión de la figura 40. muestra que los puntos se distribuyen con una inclinación descendente, reforzando la tendencia negativa. Aunque no todos los puntos se alinean perfectamente sobre la recta de regresión, la pendiente es clara: los valores altos de humedad, alrededor de 71% corresponden a menores índices de Shannon ($1,5 - 1,7$), mientras que los valores más bajos de humedad entre 66% – 68%, se asocian a índices mayores ($2,3 - 2,4$). Esto demuestra que las condiciones menos saturadas de humedad resultaron más favorables para una mayor diversidad fúngica durante agosto.

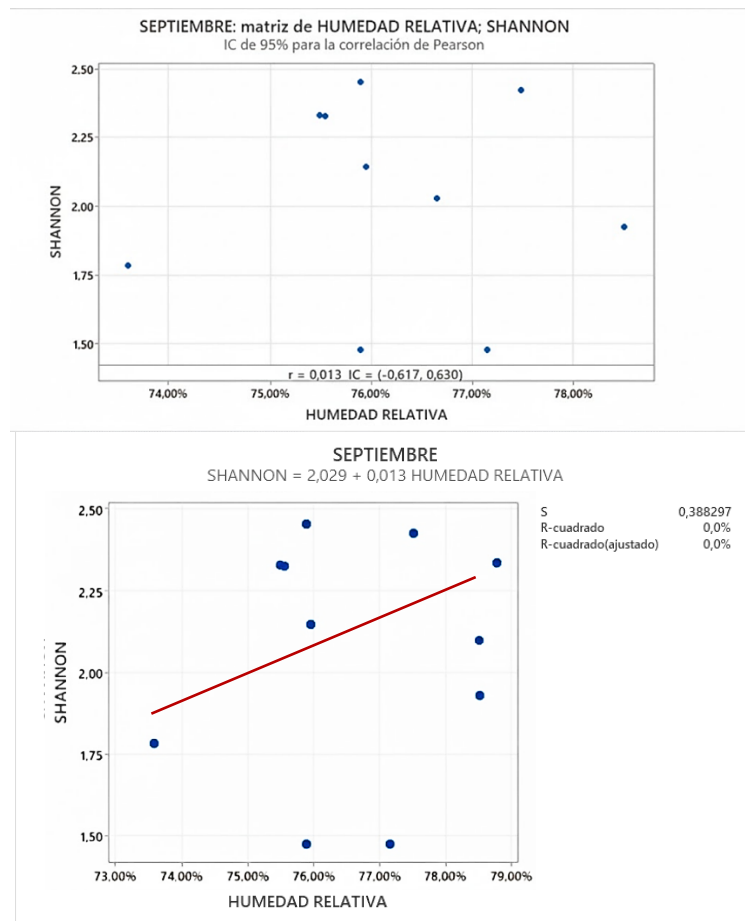
El valor de $R^2 = 0,27611$, respalda esta interpretación, indicando que aproximadamente el 27,6% de la variabilidad del índice de Shannon puede

explicarse por la humedad relativa. Aunque este porcentaje no es muy alto, demuestra que la humedad tiene un papel relevante, pero no exclusivo, en la composición y abundancia de especies. Con esto se puede deducir que agosto tuvo un periodo de transición climática en el que las lluvias y la humedad aumentaron progresivamente, creando condiciones más estables, pero también más competidas entre especies.

La humedad elevada puede favorecer el crecimiento de mohos y especies dominantes, reduciendo la diversidad total. Esta dinámica tiene relación con la disminución del índice de Shannon observada en las estaciones que registraron mayor humedad. El intervalo de confianza del 95 % ($-0,889$ a $-0,063$) indica una relación negativa significativa, lo que confirma que, con alta certeza estadística, un aumento en la humedad relativa se asocia con una menor diversidad fúngica durante este periodo. Al comparar las estaciones, se observa que las estaciones 1 a 5 registraron índices de Shannon superiores a 2,1 con niveles de humedad entre 66 % y 69 %, mientras que las estaciones 7 a 10, con valores de humedad mayores al 70 %, presentaron una disminución evidente en la diversidad.

Figura 40

Correlación entre septiembre y humedad relativa



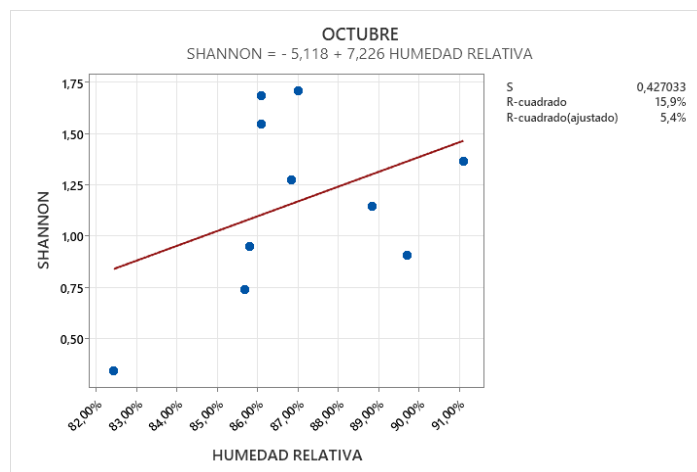
Nota. Representación del mes de septiembre, relación entre la humedad y la diversidad fúngica ($r = 0,013$).

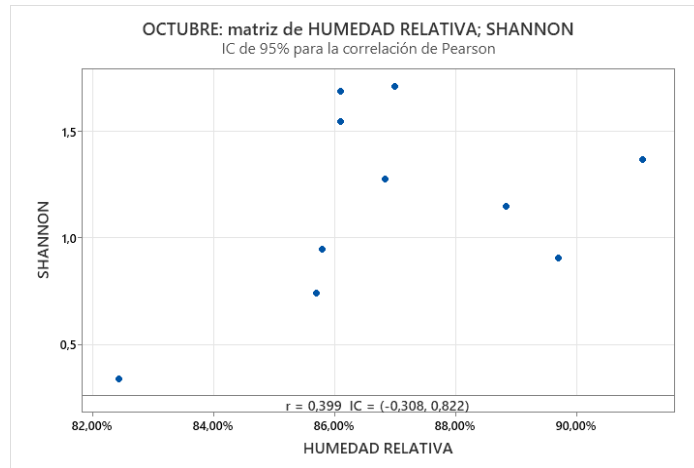
Al analizar la Figura 40, se observa que la humedad del sustrato en las estaciones de muestreo osciló entre 73,6 % y 78,5 %, mientras que el índice de diversidad de Shannon presentó valores entre 1,48 y 2,46. Para la Estación 5 se registró la mayor

diversidad (2,455) y la Estación 8 la menor (1,478); lo que refleja una diversidad fúngica moderada en la mayoría de las estaciones. Los puntos de dispersión muestran una ligera tendencia positiva entre ambas variables, mostrando dentro del análisis de correlación de Pearson un coeficiente cercano a cero ($r \approx 0,013$) y un coeficiente de determinación prácticamente nulo ($R^2 \approx 0 \%$), lo que indica que en el mes de septiembre la humedad del sustrato se mantuvo dentro de un rango relativamente óptimo y estable para el desarrollo de los hongos Agaricales, por lo que no actuó como un factor limitante ni determinante de la diversidad. En este mes se determina que otros factores ambientales como la disponibilidad de materia orgánica tuvo un mayor peso en la estructuración de la comunidad fúngica.

Figura 41

Correlación entre octubre y humedad relativa





Nota. Representación del mes de octubre, detallando una correlación positiva moderada entre la humedad y la diversidad fúngica ($r = 0,399$; $R^2 = 15,9\%$), indicando que mayores niveles de humedad favorecen la diversidad, aunque la relación no es del todo consistente entre estaciones.

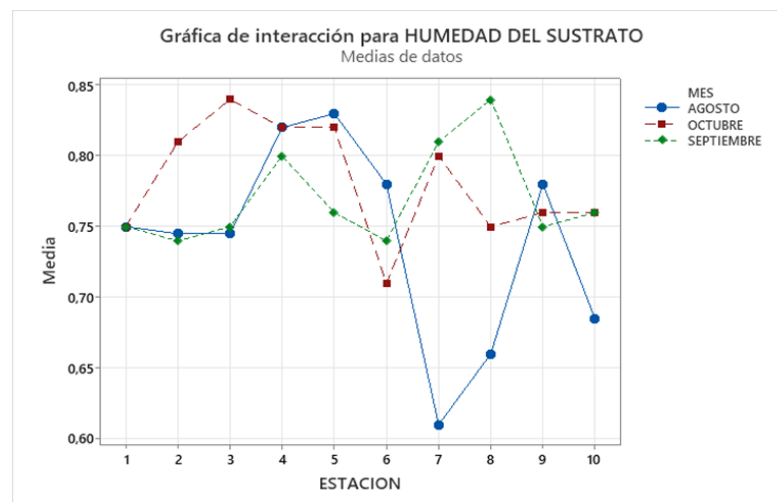
Para el mes de octubre tiende a aumentar la diversidad de especies fúngicas. No obstante, esta relación no es considerablemente fuerte ni consistente entre las estaciones. En la tabla 9, los valores de humedad relativa fluctúan entre 82,45 % y 91,10 %, mientras que los valores del índice de Shannon se encuentran entre 0,3417 y 1,7100. Puede observarse que las estaciones con menor humedad, como la estación 5 (82,45 %), presentan baja diversidad (0,3417), mientras que aquellas con humedades más elevadas o superiores al 87 %, muestran más diversidad, como en la estación 8, donde el índice llega a alcanzar 1,7100.

En la figura 41 de dispersión, se observa una línea de tendencia ascendente, que confirma el patrón positivo. Sin embargo, los puntos están algo dispersos alrededor de esta línea, lo que respalda la idea de que la relación es real pero no muy fuerte. Este comportamiento podría deberse a que, aunque la humedad es esencial para la

proliferación de hongos, un exceso también puede limitar el crecimiento de algunas especies sensibles a la saturación del sustrato o a la falta de oxígeno en condiciones demasiado húmedas, también se aprecia una relación positiva entre ambas variables, donde $r = 0,399$, indica una correlación moderada, es decir, la humedad del sustrato influye en la diversidad, pero no de manera determinante. El coeficiente de determinación ($R^2 = 15,9\%$), indica que 16 % de la variabilidad en la diversidad fúngica, está asociada a la humedad.

Figura 42

Representación de las estaciones y humedad del sustrato por el método Anova.

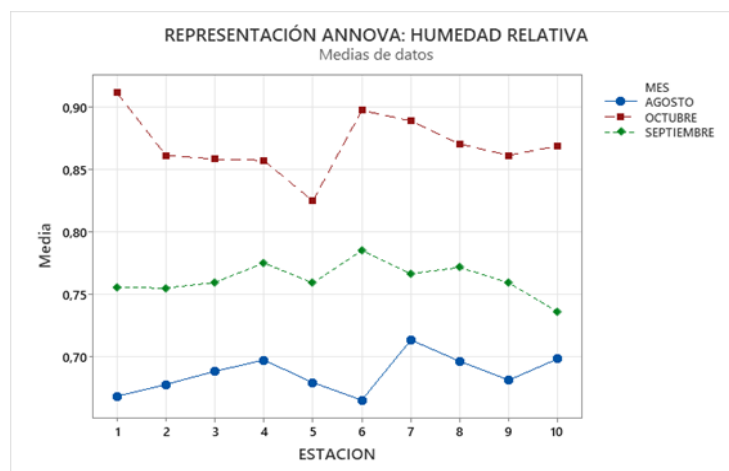


Nota. La representación de ANOVA evidenció que la humedad del sustrato influye en la diversidad fúngica: en agosto la alta humedad favoreció mayores valores de Shannon, en septiembre la relación fue estable y en octubre la disminución de humedad coincidió con una menor diversidad.

El análisis de varianza (ANOVA) permitió examinar la relación entre la diversidad de hongos y las condiciones ambientales, específicamente la humedad relativa y la humedad del sustrato, en las 10 estaciones muestreadas cada mes. En la figura 43, correspondiente a la humedad del sustrato, se observa un comportamiento similar: durante agosto, los niveles de humedad del suelo fueron más altos y constantes, coincidiendo con los mayores valores del índice de Shannon, lo que sugiere que una mayor disponibilidad de agua en el sustrato favorece el desarrollo y la presencia de hongos. En septiembre, la relación entre ambas variables se mantuvo moderada y estable, indicando un equilibrio temporal. Sin embargo, en octubre se evidenció una disminución significativa de la humedad del sustrato, acompañada por una reducción del índice de Shannon, especialmente en las últimas estaciones, donde la diversidad alcanzó sus niveles más bajos.

Figura 43

Representación de las estaciones y humedad relativa por el método Anova

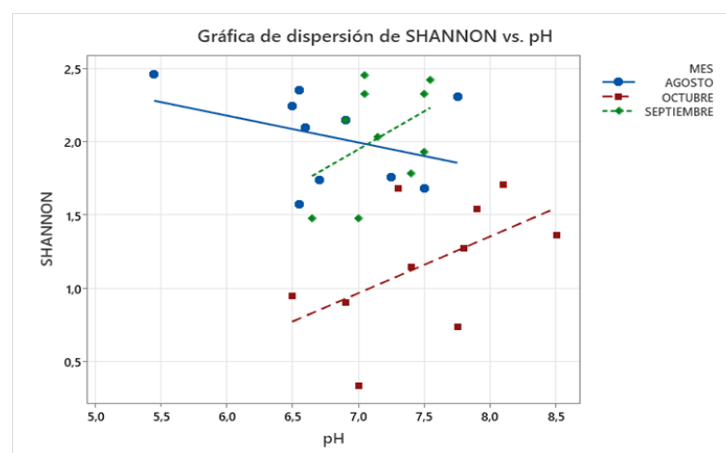


Nota. En la representación ANOVA, se observa que en agosto la humedad relativa estable favoreció una mayor diversidad fúngica, en septiembre la relación se mantuvo equilibrada y en octubre la disminución de humedad coincidió con una reducción en la diversidad de especies.

En la figura 43 para humedad relativa, se aprecia que durante agosto, los valores de humedad fueron estables y moderados, lo que se asocia con una mayor diversidad según los registros del índice de Shannon. En septiembre, las variaciones son leves, indicando una relación equilibrada entre la humedad ambiental y la diversidad, sin cambios abruptos entre estaciones. Para octubre, muestra una tendencia descendente en la humedad relativa, lo que coincide con una disminución progresiva en la diversidad fúngica, evidenciando que las especies responden negativamente ante condiciones de menor humedad atmosférica.

Figura 44

Interpretación de línea de regresión azul-R: 13,7%, línea de regresión verde-R: 18,2% y línea de regresión verde-R cuadrado: 28,7%



Nota. Análisis del pH, mostrando un aumento progresivo de agosto a octubre, pasando de ligeramente ácido a alcalino.

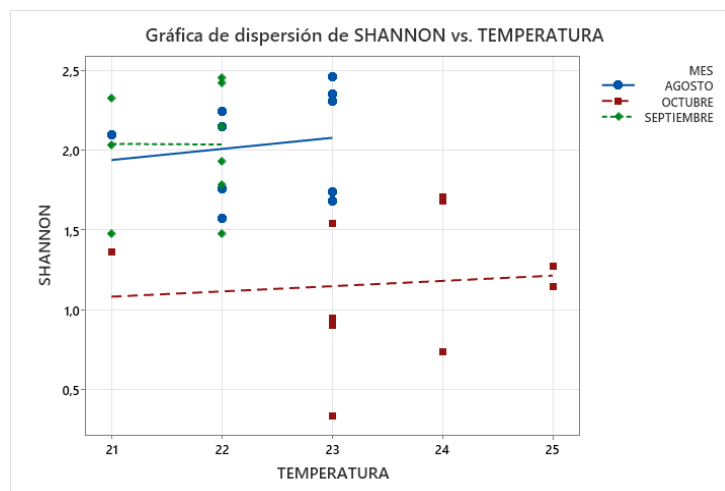
En la tabla 10, se evidencia que los valores de pH oscilan entre 5,45 y 8,5, destacando condiciones ácidas hasta ligeramente alcalinas. El promedio aumentó de 6,77 en el mes de agosto a 7,51 en octubre, con una tendencia hacia la alcalinidad conforme avanzó el periodo de monitoreo. Estos cambios están indirectamente asociados con las variaciones en la humedad, que también fue más alta en los últimos meses, sugiriendo que ambos factores son influyentes en la dinámica fúngica.

La gráfica 45 (Shannon vs. pH), revela que en el mes de agosto hay una relación negativa leve ($R^2 = 19,7\%$), sugiriendo que la diversidad disminuye al aumentar el pH. Esto es un indicativo de que los hongos prosperaron mejor en ambientes ligeramente ácidos, en el que la materia orgánica y los nutrientes disponibles estimulan su desarrollo. En el mes de septiembre, la relación negativa fue más pronunciada ($R^2 = 28,7\%$), coincidiendo con el incremento en la humedad. A pesar de las condiciones húmedas, el pH que se mantuvo en la neutralidad no favoreció una alta diversidad, esto se debe posiblemente a que la combinación de humedad elevada y pH neutro limitó el desarrollo de especies más sensibles. Estos resultados coinciden con las correlaciones previas, que indicaron que el exceso de humedad afecta el equilibrio químico del sustrato, reduciendo la diversidad fúngica.

Para octubre, se invierte, mostrando una relación positiva $R^2 = 18,2\%$. Esto implica que, en este mes, a medida que el pH aumentó, también lo hizo la diversidad fúngica. Este cambio puede atribuirse a una estabilización del ambiente luego del exceso de humedad del mes anterior. Es posible que las condiciones de pH ligeramente alcalino (alrededor de 7,5 a 8,5) y la humedad moderadamente alta (entre 85–90 %) hayan influido en la aparición de organismos fúngicos adaptados a ambientes más secos o con mayor aireación en el suelo.

Figura 45

Interpretación de línea de regresión azul-R: 2,3%, línea de regresión verde-R: 0% y línea de regresión verde-R cuadrado: 0,8%



Nota. Representación de una correlación negativa moderada ($r = -0,438$) entre temperatura y diversidad, indicando que el aumento térmico reduce la diversidad fúngica, especialmente en octubre.

En la figura 46 se observa una correlación negativa moderada ($r = -0,438$) entre la temperatura y la diversidad de Shannon, resaltando que a medida que la temperatura aumenta, la diversidad fúngica se reduce. Esta asociación concuerda con lo observado en la humedad y el pH, los cuales también influyen en la composición de las comunidades de hongos. Durante el estudio, la temperatura promedio osciló entre 21,6 °C y 23,5 °C. En agosto, las condiciones presentaron más estabilidad (22–23 °C), con humedad moderada y pH ligeramente ácido, favoreciendo la diversidad y el desarrollo del micelio. En contraste, el mes de septiembre y octubre, el aumento de la temperatura (hasta 23,5 °C) coincidió con la disminución de la humedad y una variación en el pH, condiciones menos favorables para el crecimiento de los hongos.

El incremento de temperatura aceleró la evaporación del agua del suelo, reduciendo la disponibilidad hídrica y afectando la germinación de esporas y expansión micelial. Además, las variaciones térmicas alteraron los procesos de descomposición y la liberación de compuestos químicos, modificando el pH del sustrato. En agosto, el índice de Shannon alcanzó sus valores más altos, asociado a un equilibrio térmico y ambiental, mientras que en octubre, con temperaturas más elevadas y menor humedad, la diversidad se redujo a 0,8 %, evidenciando la sensibilidad de los hongos a las condiciones cálidas y secas. En síntesis, el balance entre temperatura, humedad y pH fue determinante: cuando se mantuvo estable,

permitió una mayor diversidad fúngica, pero su alteración provocó una disminución notable en las especies presentes.

Tabla 12.

Método de Determinación de Materia Orgánica por el Método de Ignición.

Muestra	Peso/crisol	Peso/pre ignición	Peso/ después ignición	%
1	32.7	17.3	15.0	13.295
2	36,6	13,4	11	17,910
3	36.5	13.5	11.8	12.592
4	37,1	12,9	11,2	13,178
5	36.2	13.8	12.2	11.594
6	32,7	17,3	14,5	16,185
7	39.8	10.2	7.4	27.450
8	34,7	15,3	12,8	16,339
9	33.7	16.3	15.0	7.975
10	30,6	19,4	17,7	8,763
Réplica 1	36.8	13.2	11.6	12.121
Réplica 2	33,1	16,9	13,8	18,343
Réplica 3	34.9	15.1	13.2	12.582
Réplica 4	35,6	14,4	12,4	13,888
Réplica 5	36.7	13.3	11.7	12.030
Réplica 6	36,7	13,3	11,2	15,789
Réplica 7	34.4	15.6	13.3	14.743
Réplica 8	35,8	14,3	12	16,083
Réplica 9	33.11	16.9	15.2	10.059
Réplica 10	37,7	12,3	10,8	12,195

Nota. En la tabla se presentan los valores obtenidos en las muestras y sus réplicas, donde se observan variaciones moderadas entre mediciones. Los datos reflejan cierta consistencia general, aunque con diferencias puntuales que podrían atribuirse a condiciones ambientales o pequeñas variaciones en el muestreo experimental.

El contenido de materia orgánica, determinado mediante el método de ignición que se observa en la tabla 12, presentó una amplia variación entre las estaciones, con valores comprendidos entre 7,97 % y 27,45 %, siendo este rango una evidencia marcada dentro del área de estudio, influenciada por la descomposición de la hojarasca y las condiciones microambientales. En promedio, los valores oscilaron entre 12 % y 16 %, lo que indica un nivel de materia orgánica moderadamente alto, característico de sustratos con alta actividad biológica y aporte constante de biomasa vegetal.

El análisis indicó que las estaciones con mayor carga de materia orgánica reflejaron los niveles más altos de diversidad fúngica, mientras que aquellas las que presentaron valores más bajos hubo una reducción en el número y equilibrio de especies. Esta condición se debe a que la materia orgánica representa una fuente clave de energía y nutrientes para el desarrollo y la formación de cuerpos fructíferos. Los suelos pertenecientes a las estaciones 1 a 5 registraron valores moderados de materia orgánica (11,5 %–13,3 %), relacionados con una diversidad estable, mientras que las estaciones 6, 7 y 8, con niveles más altos de materia orgánica (hasta 27,45 %), presentaron mayor abundancia de especies. En contraste, las estaciones 9 y 10, con los valores más bajos (7,97 % y 8,76 %), registraron menor diversidad, debido a la escasez de carbono y limitada retención de humedad.

Estos resultados concuerdan con los patrones observados para la humedad del sustrato, donde los niveles medios y altos registraron los valores diversidad más elevados. En conjunto, la materia orgánica y la humedad actúan de forma complementaria, mejorando capacidad de retención de agua y la disponibilidad de microhábitats, estimulando la actividad metabólica fúngica. Además, su interacción con el pH y la temperatura influye en varios procesos como los de mineralización y estabilidad del sustrato, determinando así la composición y distribución de especies en la Comuna Loma Alta.

DISCUSIONES

La identificación taxonómica de las 23 especies de Agaricales registrados en la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta que se encuentra en la Tabla 1, se efectuó exclusivamente mediante observación macroscópica, guía de campo y claves dicotómicas, registrando además fotografías y metadatos de microhábitat. Este enfoque, es detallado en estudios y revisiones recientes de Haelewaters et al., (2024) afirmando que, los inventarios basados en observación de campo siguen siendo una herramienta válida para la caracterización funcional de comunidades fúngicas y para la generación de líneas base, especialmente cuando se complementan con registros fotográficos y resguardos de ejemplares, mostrando un aumento en el uso de registros visuales y plataformas de ciencia ciudadana como iNaturalist, se alinea con buenas prácticas recientes en micología aplicada a inventarios.

Desde el punto de vista ecológico, el uso de claves dicotómicas permitió la identificación clara entre ciertos géneros y tipos de sustrato, lo cual fue suficiente para relacionar la composición de Agaricales con las variables físico-químicas del suelo. Esto es respaldado por autores como Gautam et al., (2022) y Niskanen et al., (2023), destacando que esta metodología es apropiada para estudios ecológicos. Existe una variación temporal de los índices ecológicos en la diversidad fúngica, abarcando con una mayor diversidad en el mes de agosto, pero cabe recalcar que hubo un declive progresivo para el mes de octubre. Los valores del índice de Shannon para el mes de agosto y septiembre, oscilo entre 1,5 a 2,4. Para el mes de

octubre decayó con un 1,35. reflejando que las condiciones ambientales no favorecieron la riqueza de especies.

Estos resultados coinciden con investigaciones previas que señalan que la sequía provoca descensos temporales en la diversidad y funcionalidad ecológica de los hongos al reducirse la disponibilidad de agua en el suelo. Así, los datos evidencian que la diversidad fúngica es altamente sensible a los cambios en la humedad, un patrón también descrito por Tedersoo et al., (2020) en su estudio global sobre la vulnerabilidad de los hongos del suelo frente a variaciones ambientales. en su análisis global sobre la vulnerabilidad de los hongos del suelo frente a cambios ambientales.

El índice de equitatividad de Pielou mantuvo valores altos en todas las estaciones (0,7–0,9), especialmente en las estaciones 2, 3, 8 y 9, indicando una distribución equitativa de individuos entre especies. En contraste, las estaciones 5 y 6 presentaron menor equidad, lo que sugiere dominancia temporal de especies adaptadas a microambientes particulares. Este comportamiento coincide con los hallazgos de Guo, P., et al. (2024) quienes observaron que la equidad fúngica puede mantenerse elevada incluso con disminución de riqueza, debido a la uniformidad relativa de las especies supervivientes en suelos con condiciones moderadas de estrés hídrico. Para el índice de Margalef se evidenció una tendencia descendente de agosto a octubre, lo que indica una pérdida gradual de riqueza específica a lo

largo del periodo de monitoreo. Este descenso concuerda con los resultados de Teixeira et al., (2022), quienes reportaron que los valores del índice Margalef disminuyen significativamente cuando las condiciones edáficas se tornan menos favorables, afectando la germinación y el desarrollo de las hifas. En el presente trabajo, este comportamiento determina que las condiciones iniciales del mes de agosto, fueron óptimas para la colonización fúngica, pero se deterioraron progresivamente hasta octubre.

El índice de Simpson, cuyos valores oscilaron entre 0,67 y 0,90, confirmó una diversidad alta generalizada, aunque con ligera tendencia a disminuir en septiembre y estabilizarse parcialmente en octubre. Las estaciones 1 y 10 destacaron por su estabilidad, posiblemente por presentar microclimas más húmedos o suelos con mayor retención de materia orgánica. Esta estabilidad fue también reportada por Scali et al., (2025), quienes demostraron que en ecosistemas fragmentados algunas áreas actúan como “refugios micro climáticos” donde la diversidad fúngica se mantiene constante frente a la variación ambiental.

La humedad del suelo destaca entre uno de los principales determinantes de la diversidad fúngica, cabe recalcar que su efecto no siempre es lineal. Para que la diversidad se mantenga hay que tener en cuenta en los niveles bajos o moderados de humedad, pero cuando este factor se desestabiliza provocando un exceso genera reducción en la heterogeneidad del hábitat y favorece a especies dominantes. En

mes de agosto la humedad oscilo entre 61–83 % observando un aumento del índice de Shannon con una humedad considerable, pero en octubre, al elevarse la humedad provoco una disminucion de la diversidad, indicando que fluctuaciones bruscas en el contenido de agua benefician solo a especies oportunistas. Así mismo lo indica Baldrian et al., (2024) destacando que la humedad forma gran parte de la variabilidad en la diversidad de las comunidades fúngicas.

En septiembre, no se detectó una relación significativa entre la humedad del sustrato y la diversidad, lo que puede explicarse por un efecto de umbral o rango óptimo. La humedad se mantuvo entre 73 % y 78 %, condiciones ideales para la mayoría de los hongos del suelo, donde pequeñas variaciones no generan cambios notables en la comunidad. De acuerdo con Li, Z., et al. (2024) y Baldrian et al., (2022) las respuestas significativas a la humedad ocurren solo cuando esta se aleja de sus niveles óptimos, ya sea por sequía o saturación. Se mantuvo dentro de su rango ideal, y que la variación de la diversidad estuvo determinada principalmente por otros factores edáficos.

Además, otros factores como el pH, la temperatura y el contenido de materia orgánica también influyeron en la diversidad fúngica observada. Los valores más altos de Shannon se registraron en suelos ligeramente ácidos (pH 5,5–6,5) y con alto contenido de materia orgánica (>20 %), condiciones que mejoran la disponibilidad de nutrientes y la estabilidad microambiental. Según Xiong et al.,

(2024) y Wang et al., (2023) estos factores favorecen la actividad enzimática y la riqueza de especies. Por su parte, la temperatura (21–25 °C) influyó de forma indirecta al afectar la evaporación y disponibilidad de agua, mientras que Yu, et al., (2024) destacan que su interacción con la humedad modifica la actividad metabólica y composición fúngica, sobre todo en especies más sensibles a los cambios térmicos.

Burns et al., (2013) destacan que la materia orgánica aporta los sustratos que los hongos degradan como lignina y celulosa mediante la acción de enzimas especializadas. Además, un mayor contenido de materia orgánica incrementa la capacidad del suelo para retener humedad, creando microambientes más estables y favorables para el desarrollo del micelio y la producción de esporocarpos. Esta relación entre materia orgánica y diversidad fúngica ha sido documentada ampliamente por Zhang et al., (2022), mostrando que la disponibilidad de carbono orgánico es uno de los principales impulsores de la composición de las comunidades de hongos en ecosistemas terrestres. Las estaciones donde la materia orgánica fue menor como las estaciones 9 y 10 presentaron una reducción en la diversidad fúngica, lo que coincide con la evidencia que indica que una baja disponibilidad de sustratos limita la actividad metabólica y la colonización del suelo por hongos saprótrofos.

CONCLUSIONES

- Se identificaron 23 especies de Agaricales distribuidas en 13 géneros y 10 familias, registradas en los 10 transectos y clasificadas según su microhábitat (madera en descomposición, hojarasca, suelo desnudo, etc.). La identificación macroscópica apoyada en guías, claves dicotómicas, fotografías de campo y resguardo de ejemplares fue suficiente para generar una línea base taxonómica robusta para la Reserva Comuna Loma Alta.
- Los resultados evidencian que la diversidad fúngica en la comuna Loma Alta presenta una variación estacional marcada, manteniéndose estable en periodos de condiciones favorables y reduciéndose cuando la humedad disminuye. Esto evidencia que el equilibrio ambiental es esencial para conservar la riqueza y estabilidad de las especies.
- La humedad del sustrato es un factor clave para la diversidad fúngica en la Reserva ecológica Loma Alta: explicando que las variaciones de humedad del mes de agosto resulta mantenerse, brindando una heterogeneidad de especies, también las condiciones del mes de septiembre obtuvieron una cantidad considerable de organismos, pero cae recalcar que se convierte en

un factor limitante cuando alcanza valores extremos de humedad junto a las variabilidades de los parámetros físico-químicos y disponibilidad de materia orgánica producen un declive en la diversidad de hongos, lo que ocurrió en el mes de octubre.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar muestreos al mes o cada año en la zona con el fin de obtener datos considerables sobre la variabilidad que presenta la diversidad los órdenes de hongos incluyendo los agaricales.
- Se invita a priorizar la protección de las zonas de vía a la Ponga para la conservación de los microhábitats críticos por medio de estrategias claves para preservar la diversidad fúngica.
- Se recomienda implementar estrategias de restauración con materia orgánica vegetal para mejorar el sustrato en las áreas degradadas y su retención hídrica para el desarrollo de las comunidades fúngicas.
- Optimizar la participación comunitaria en capacitaciones, actividades de muestreo y registros fotográficos con el objetivo de fortalecer la importancia que tienen los ecosistemas con el desarrollo fúngico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre y Aguirre. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito: Editorial Rimana. Las Orquídeas E12-32 y las Palmeras, Quito, Ecuador.
- García y Bolaños, A. (2010). *MACROHONGOS PRESENTES EN EL BOSQUE SECO TROPICAL DE LA REGIÓN DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/52e52f32-48f9-47c7-9fce-03270793e297/content>
- Normas y Especificaciones. (2012). CAPÍTULO 2 – EXPLANACIONES. Normas y Especificaciones 2012 INVIAS, INV E-121. Obtenido de https://www3.dfc.gov/Environment/EIA/pasto/Annexes/Pedregal/Annex_7.pdf
- Oba y Hosaka, Y. (2023). *The Luminous Fungi of Japan*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2309-608X/9/6/615?>
- Senterre y Gonzalo . (2009). *Campanellaceae*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/259032354_Campanulaceae
- A. Vizzini Alvarado, C. M. (2024). *Family matters inside the order Agaricales: systematic reorganization and classification of incertae sedis clitocyboid, pleurotoid and tricholomatoid taxabased on an updated 6-gene phylogeny*. Obtenido de https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim107/Vol107Art2.pdf?utm_source

- Ajay Kumar Gautam, R. K. (Febrero de 2022). *Current Insight into Traditional and Modern Methods in Fungal Diversity Estimates*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8955040>
- Ali, M. Z. (2013). *REPRODUCTION OF FUNGI*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/279200956_REPRODUCTION_OF_FUNGI
- Allen Grace T. Niego, S. R. (Junio de 2023). *Reviewing the contributions of macrofungi to forest ecosystem processes and services*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1749461322000525?>
- Anush Kosakyan, M. Y. (2008). *An overview of species diversity in the Agaricaceae in Israel with special reference to a new species: Leucoagaricus longistipitatus*. Obtenido de https://brill.com/view/journals/ijps/56/4/article-p331_7.xml
- Ardila, W. L. (2023). *Diversidad de hongos y bacterias presentes en suelos de bosques tropicales de la Cordillera Occidental-Valle del Cauca en respuesta a un gradiente altitudinal*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/84089/1097666319-2023.pdf?isAllowed=y&sequence=3>
- Ayala, D. (2022). *Clasificación de Hongos Basidiomycetes*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/279003805/Lista-de-Especies-Reino-Fungi>
- Baldrian, P. (2017). *Composition of fungal and bacterial communities in forest litter and soil is largely determined by dominant trees*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071715000565?>
- BÁRBARA LETÍCIA BOTURA SCHÜNEMANN, M. W.-V. (2023). *Coprinopsis (Psathyrellaceae, Agaricales) in the Neotropics: three new species and a*

- new combination*. Obtenido de <https://phytotaxa.mapress.com/pt/article/view/phytotaxa.585.2.3>
- Barbosa, C. M. (2023). *Hongos Agaricales*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/672858651/Hongos-Agaricales>
- Barrios Yepes, C. F. (2024). Catálogo de hongos Agaricales de Unimagdalena. https://www.researchgate.net/publication/378781851_Catalogo_de_hongos_Agaricales_de_Unimagdalena.
- Barrios Yepes, C. F. (2024). *Catálogo de hongos Agaricales de Unimagdalena*. Santa Marta D.T.C.H. - Colombia: Editorial Unimagdalena.
- Beatty, R. B. (2010). *El Libro de la naturaleza*. Gran Bretaña: Dorling Kindersley.
- Bendiksen, E. (2022). *Mycena adscendens: hábitat (ramitas/hojas, troncos musgosos) y medidas micro (esporas, cistidios, trama)*. Obtenido de <https://mycena.no/adscendens.htm>
- Bernard, D. Á. (22 de Febrero de 2022). *Cómo se reproducen los hongos*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/como-se-reproducen-los-hongos-3666.html>
- Biodiversidad, s. N. (2015–2030). *MAE/MAATE.2015–2030*.
- Boa, E. (2004). *wild Edible fungi a global overview of their use and importance to people*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/y5489e/y5489e00.htm>
- Bonifaz y Cornejo, C. (2004). Flora del bosque de Garúa(árboles y epifitas) de la Comuna Loma Alta, cordilleraChongón Colonche, provincia del Guayas, Ecuador. SanLuis Missouri: Missouri Botanical Garden Press.
- Burke Museum, U. (2023). *Coprinopsis lagopus*. Obtenido de <https://burkeherbarium.org/imagecollection/taxon.php?Taxon=Coprinopsis+lagopus>

- Burns, R. G. (2013). *Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions. Soil Biology & Biochemistry*, 58, 216–234. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.11.009>
- Capelari, M., & Gimenes, L. J. (2004). *Leucocoprinus brunneoluteus*, urna nova especie de Agaricaceae. En M. & Capelari. Obtenido de https://smastr16.blob.core.windows.net/hoehnea/2016/12/313_T08_22_07_2015.pdf
- Carolina Barroetaveña, C. T. (2016). *HONGOS COMESTIBLES SILVESTRES*. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) Manual N° 19 issn 1514-2256. Obtenido de https://www.ciefap.org.ar/digitalizado/Manual_19_Hongos_comestibles_silvestres.pdf
- Cepero, Restrepo, Franco, Cárdenas y Vargas, M. (2012). *Biología de hongos*. Universidad de los Andes Facultad de ciencias.
- Chavez, M. (2009). *Determinacion de hongos macroscopicos del orden Agaricales en los bosques de Puerto Almendra Loreto Peru*. Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream>
- Committee., I. S. (2023). *2023 Report of the IUCN Species Survival Commission and Secretariat*. Obtenido de https://iucn.org/sites/default/files/2024-09/2023-iucn-ssc-fungal-conservation-c-report_publication.pdf?
- Cooper, J. (2020). *Mycological Notes 40: The family Bolbitiaceae in New Zealand*. Obtenido de https://www.funnz.org.nz/sites/default/files/MycNotes40-Bolbitiaceae_1.pdf
- Cruz y Masache, D. (2023). Listado y guía visual preliminar de macrohongos del Bosque Petrificado de Puyango-Ecuador. *ACI avances en ciencias e ingeniería*, 13.

- D. Jean Lodge, M. P.-M. (octubre de 2013). *Molecular phylogeny, morphology, pigment chemistry and ecology in Hygrophoraceae (Agaricales)*. Obtenido de https://link.springer.com/article/10.1007/s13225-013-0259-0?utm_source
- Danny Haelewaters, C. A.-S.-C. (2024). *The power of citizen science to advance fungal conservation*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11452162/>
- Desjardin, D. E., & Perry, B. A. (2017). *Panaeolus antillarum (Basidiomycota, Psathyrellaceae) from wild elephant dung in Thailand*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/321704532_Panaeolus_antillarum_Basidiomycota_Psathyrellaceae_from_wild_elephant_dung_in_Thailand
- DoRAN, D. M. (1984). *Effect of Water-Filled Pore Space on Carbon Dioxide and Nitrous Oxide Production in Tilled and Nontilled Soils*. Obtenido de <https://doi.org/10.2136/sssaj1984.03615995004800060013x>
- Dwivedi Sandhya, S. S. (2017). *Study of Frequency, Density, Abundance and Diversity of Wild Mushrooms of Tropical Mixed Forest of Central India*. Obtenido de <https://arastirmax.com/en/system/files/dergiler/243887/makaleler/2/2/arastirmax-study-frequency-density-abundance-and-diversity-wild-mushrooms-tropical-mixed-forest-central-india.pdf>
- Ecuador, C. d. (2008). *Arts. 14, 395, 400, 405, 406, 411*.
- Edoardo Scali, M. J. (2025). *Not seeing the tree for the Forest: Scattered trees can be unexpected hotspots of fungal diversity*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/389028572_Not_seeing_the_tree_for_the_Forest_Scattered_trees_can_be_unexpected_hotspots_of_fungal_diversity

- Espín, M. Á. (2024). *Diversidad macrofúngica de cuatro localidades en la ecorregión del Chocó ecuatoriano*. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b3e9ef38-af60-4061-9a04-b6daf7621def/content>
- Evelyng Astudillo - Sanchez, J. P. (2019). Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador. *REVISTA MEXICANA DE BIODIVERSIDAD*.
- Fatih Ekinci, G. U. (2015). *Classification of Mycena and Marasmius Species Using Deep Learning Models: An Ecological and Taxonomic Approach*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/6/1642>
- Fraido Aguilar-Pumahuillca, H. H.-H.-R. (2019). *CARACTERIZACION DE Pleurotus sp. AISLADO DE LA COMUNIDAD NATIVA DE KORIMANI, CENTRO POBLADO DE KITENI-ECHARATE, LA CONVENCION, CUSCO, PERÚ*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v18n1/a05v18n1.pdf>
- Francisco Kuhar, V. C. (2013). Reino Fungi: Morfologías y estructuras de los hongos. *REVISTA BOLETÍN BIOLÓGICA N° 28*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/52479411.pdf>
- Gad parroquial de Loma Alta. (20 de Octubre de 2016). *Loma Alta*. Obtenido de https://web.archive.org/web/20161020173434/http://www.colonche.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=72
- Galvez, C. (2011). *DESCRIPCION DE ESPECIES DEL GENERO AM;VIIA PERS. (AMANITACEAE, AGARICALES, BASIDIOMYCOTA) DE LAS SECCIONES AMANÍA, CAESAREAE Y VAG;NATAE RECOLECTADAS EN GUATEMA*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3214.pdf

- Globe. (2014). *Transect Soil Moisture Protocol*. Obtenido de <https://www.globe.gov/documents/352961/353418/Transect+Soil+Moisture+protocol+Field+Guide/8ead3527-150c-4eea-b0ef-d379cf01b45a>
- Guilcapi, E. D. (2020). *EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE MACROMICETOS EN EL BOSQUE PALICTAHUA CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO PARA PROPONER ESTRATEGIAS DE SU CONSERVACIÓN*. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10744/2/PG%20795%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Ha, J. M. (2020). *Characteristics of fungi. In Botanyn*. Obtenido de [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Botany/Botany_\(Ha_Morrow_and_Algiers\)/02%3A_Biodiversity_\(Organismal_Groups\)/2.03%3A_Fungi/2.3.02%3A_Characteristics_of_Fungi](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Botany/Botany_(Ha_Morrow_and_Algiers)/02%3A_Biodiversity_(Organismal_Groups)/2.03%3A_Fungi/2.3.02%3A_Characteristics_of_Fungi)
- Hawksworth. (2001). The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 105: 1422-1432. .
- Heredia, G. (2020). La importancia de los hongos (Fungi) en los servicios ecosistémicos. https://www.researchgate.net/publication/370613822_La_importancia_de_los_hongos_Fungi_en_los_servicios_ecosistemicos/fulltext/645a48002edb8e5f094ad2d7/La-importancia-de-los-hongos-Fungi-en-los-servicios-ecosistemicos.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJj.
- Herrera y Ulloa. (1998). *El reino de los hongos*. Mexico.
- Hira Ijaz, A. N. (2023). *Molecular phylogeny and morphological characterization of Leucocoprinus birnbaumii from Punjab, Pakistan*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/374443512_Molecular_phylogeny_and_morphological_characterization_of_Leucocoprinus_birnbaumii_from_Punjab_Pakistan

- Hyde KD, N. M. (2024). *The 2024 Outline of Fungi and fungus-like taxa*. Obtenido de https://www.mycosphere.org/pdf/MYCOSPHERE_15_1_25.pdf?utm_source
- Irina Khalmuratova 1, †. H.-J.-J.-R.-H.-S.-J.-H.-G. (2015). *Diversity and Plant Growth Promoting Capacity of Endophytic Fungi Associated with Halophytic Plants from the West Coast of Korea*. Obtenido de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4731641/?utm_source=chatgpt.com
- Jackie E. Shay, D. E. (2017). *Biodiversity and phylogeny of Marasmius (Agaricales, Basidiomycota) from Madagascar*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/312872815_Biodiversity_and_phylogeny_of_Marasmius_Agaricales_Basidiomycota_from_Madagascar
- Johannes Rousk, E. B. (2010). *Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil*. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/ismej201058?>
- Johnson, R. R. (2019). *Potencial terapéutico de la psilocibina en trastornos psicológicos*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28585222/>
- Jun Won Lee a, M. S.-H. (22 de octubre de 2020). *Taxonomic Study of the Genus Pholiota (Strophariaceae, Basidiomycota) in Korea*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7717605/>
- Kalichman, Kirk, Matheny. (2020). *A compendium of generic names of agarics and Agaricales*. Obtenido de https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tax.12240?utm_source=chatgpt.com
- Kare Liimatainen, J. T. (2022). *Taming the beast: a revised classification of Cortinariaceae based on genomic data*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/358808149_Taming_the_beast_a

[_revised_classification_of_Cortinariaceae_based_on_genomic_data?utm_source](#)

Kausserud, H. H.-I.-G. (2012). *Warming-induced shift in European mushroom fruiting phenology. Proceedings of the National Academy of Sciences*,. Obtenido de <https://doi.org/10.1073/pnas.1200789109>

Kirk, P. C. (2001). *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/245236188_Ainsworth_Bisby%27s_Dictionary_of_the_Fungi

Kirk, P. C. (2008). *Dictionary of the Fungi, 10th edition. CABI, Wallingford, UK*.

Kuo, M. (2013). *Tetrapyrgos nigripes*. Obtenido de https://www.mushroomexpert.com/tetrapyrgos_nigripes.html

Kuo, M. (2015). *Leucocoprinus fragilissimus. MushroomExpert.com*. Obtenido de https://www.mushroomexpert.com/leucocoprinus_fragilissimus.html

Kuo, M. (2016). *Marasmiellus candidus. MushroomExpert.com*. Obtenido de https://www.mushroomexpert.com/marasmiellus_candidus.html

Kuo, M. (2018). *Coprinellus disseminatus*. Obtenido de https://mushroomexpert.com/coprinellus_disseminatus.html

Kuo, M. (Abril de 2018). *The genus Agaricus. Retrieved from the MushroomExpert.Com*. Obtenido de https://www.mushroomexpert.com/agaricus.html?utm_source

Laessoe, T. (1998). *MANUAL DE IDENTIFICACION HONGOS*. Barcelona, España.: EDICIONES OMEGA.

Lecea, M. M. (2013). *Clave Dicotomica Generos Hongos*. <https://es.scribd.com/doc/120135087/Clave-Dicotomica-Generos-Hongos>.

Leho Tedersoo, S. A.-D. (2020). *Regional-Scale In-Depth Analysis of Soil Fungal Diversity Reveals Strong pH and Plant Species Effects in Northern Europe*.

- Obtenido de
<https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2020.01953/>
- Leho Tedersoo, S. A.-D. (2020). *Regional-Scale In-Depth Analysis of Soil Fungal Diversity Reveals Strong pH and Plant Species Effects in Northern Europe*.
Obtenido de
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.01369>
- Lifeder. (2022). Hongos macroscópicos. lifeder.com.
- Lourdes Crespo, A. M. (2024). *Procedimiento para la producción, conservación y mantenimiento de las cepas Pleurotus ostreatus*. Obtenido de
https://www.researchgate.net/publication/377436339_Procedimiento_para_la_produccion_conservacion_y_mantenimiento_de_las_cepas_Pleurotus_ostreatus/figures?lo=1&utm_source=google&utm_medium=organic
- M. F. N. P. Teixeira, C. R. (2022). *Diversity and enzymatic capabilities of fungi associated with the digestive tract of larval stages of a shredder insect in Cerrado and Amazon Forest, Brazil*. Obtenido de
<https://www.scielo.br/j/bjb/a/cKwt5JVbPCCNrxycQ34R36r/?lang=en>
- MAE. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito*. Obtenido de
<https://archive.org/details/ecosistemas-del-ecuador-2013>
- Mahajan, M. (2022). *Schizophyllum commune*. Obtenido de
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8888233/>
- Marcatoma Gómez, C. R. (2014). Comparación de hongos Ectomicorricicos asociados a especies de Bosque Altoandino y plantaciones de Pinus patula en el área de influencia del Parque Nacional Cajas. .
- Marisol Sánchez, M. R. (30 de Noviembre de 2020). *Fruiting body form, not nutritional mode, is the major driver of diversification in mushroom-*

forming *fungi*. Obtenido de
<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1922539117?>

Marlene Gómez Peralta, M. d. (2016). MANUAL DE CAMPO DE LA MATERIA DE MICOLOGÍA. <http://bios.biologia.umich.mx/assets/files/manual-micologiadecampo.pdf>.

Máté Virágh a, Z. M.-B. (2021). *Evolutionary Morphogenesis of Sexual Fruiting Bodies in Basidiomycota: Toward a New Evo-Devo Synthesis*. Obtenido de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8612260/?utm_source=chatgpt.com

MENA, H. C. (2023). *EFECTO DE LOS SUSTRATOS ORGÁNICOS Y EL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LA PRODUCCIÓN DE CONIDIOS DE TRICHODERMA SPP.* Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22428/1/Trabajo%20HUMBERTO%20GOROTIZA.pdf>

Meritxell Riquelme, a. J.-G. (Junio de 2018). *Fungal Morphogenesis, from the Polarized Growth of Hyphae to Complex Reproduction and Infection Structures*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5968459/pdf/e00068-17.pdf>

Michelle Geraldine Campi, R. B. (2015). *El género Leucocoprinus Pat. (Agaricaceae-Agaricomycetes) en el norte de Argentina y Paraguay*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/300147791_El_genero_Leucocoprinus_Pat_Agaricaceae-Agaricomycetes_en_el_norte_de_Argentina_y_Paraguay

Monica Lugo, H. I. (2018). *MANUAL DE METODOLOGÍAS PARA EL TRABAJO CON HONGOS Y SUS SIMBIOSIS*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329755171_MANUAL_DE_ME

TODOLOGIAS PARA EL TRABAJO CON HONGOS Y SUS SIMBIOSIS

- Montoya, S. G. (2010). Macromicetos observados en Bosques del Departamento de Caldas: su influencia en el equilibrio y la conservación de la biodiversidad. ISSN 0123 - 3068 bol.cient.mus.hist.nat. 14 (2): .
- Moore, D. N. (2009). *Fungal conservation issues: recognising the problem, finding solutions*. Obtenido de <https://www.cambridge.org/core/books/abs/fungal-conservation/fungal-conservation-issues-recognising-the-problem-finding-solutions/14038881237CD60D94AB873A3C5688B7>
- Moraes, M. F. (2021). *Temperature gradients in soils under natural vegetation. Environmental Monitoring and Assessment, 193, 214*. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10661-021-08939-w>
- Munguía, F. E. (2017). *El poder de... Los hongos comestibles*. Obtenido de <https://elpoderdelconsumidor.org/2017/10/poder-los-hongos-comestibles/>
- Naser Safaie, M. S. (2024). *Culture-based diversity of endophytic fungi of three species of Ferula grown in Iran*. Obtenido de https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2024.1363158/full?utm_source=chatgpt.com
- Ordoñez, M. E. (2018). *Fungario QCAM, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Obtenido de <https://bioweb.bio/fungiweb/>
- Ortiz, L. (2016). *BIODIVERSIDAD FUNGICA EN EL SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO, PROVINCIA DE AZUAY- ECUADOR*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12814/1/UPS-CT006692.pdf>
- P Baldrian, L. B.-D. (2022). *Fungal communities in soils under global change*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36760734/>

- P Baldrian, L. B.-D. (2024). *Fungal communities in soils under global change*.
Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9886077/>
- P Brandon MathenyJudd M Curtis, H. V. (2006). *Major clades of Agaricales: A multilocus phylogenetic overview*. Obtenido de www.researchgate.net/publication/6344400_Major_clades_of_Agaricales_A_multilocus_phylogenetic_overview?utm_source=chatgpt.com
- Padilla, J. (Septiembre de 2020). *ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO Y METODOLOGÍA DERECCOLECCION DE ESPECIES DE HONGOS EN LA ESTRUCTURA DELSUSTRATO VEGETAL DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO(BsMn03)DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES EN EL CANTÓN PUJILÍ, PARROQUIA EL TINGO LA ESPERANZA EN EL P*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e1fe3466-bf70-4b53-afb9-620eb3cee041/content>
- Peña, S. D. (2020). *¿Cuántas especies de hongos hay en el mundo? ¿Cuál es su distribución?* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/361908319_Cuántas_especies_de_hongos_hay_en_el_mundo_Cual_es_su_distribucion
- Plantlife. (2024). *Waxcaps and Grassland Fungi. A guide to identification and management*. Obtenido de <https://www.plantlife.org.uk/wp-content/uploads/2024/08/Plantlife-UK-Waxcap-ID-guide-2024-WEB.pdf>
- Pozo, K. (2023). *SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE HONGOS AGARICALES PRESENTES EN LA RESERVA RÍO AYAMPE PROVINCIA DE MANABÍ*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9661/1/UPSE-TBI-2023-0020.pdf>
- Pu Guo, Q. L. (2024). *Productivity and Species Diversity of Plant Communities Are Higher inside than outside the West Ordos National Nature Reserve*,

Northern China. Obtenido de [https://www.mdpi.com/2223-7747/13/5/660#:~:text=We%20found%20the%20following:%20\(1,community%20and%20the%20soil%20nutrients.](https://www.mdpi.com/2223-7747/13/5/660#:~:text=We%20found%20the%20following:%20(1,community%20and%20the%20soil%20nutrients.)

Pushpa Soti, K. J. (2015). *Effect of soil pH on growth, nutrient uptake, and mycorrhizal colonization in exotic invasive Lygodium microphyllum*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/276543075_Effect_of_soil_pH_on_growth_nutrient_uptake_and_mycorrhizal_colonization_in_exotic_invasive_Lygodium_microphyllum

Putzke, J. (2017). *Cogumelos (fungos agaricales) Volumen 1*.

Quezada, M. L. (2006). *Análisis de la diversidad y distribución de Macrohongos (Órdenes Agaricales y Aphyloporales) en relación con los paisajes antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz*. Obtenido de <https://ebccqqfar.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2024/05/Analisis-Macrohongos-y-Paisajes-Lachua.pdf>

R. Vandegrift, D. S.-M. (3 de Julio de 2023). *Richer than Gold: the fungal biodiversity of Reserva Los Cedros, a threatened Andean cloud forest*. Obtenido de <https://as-botanicalstudies.springeropen.com/articles/10.1186/s40529-023-00390-z>

Razali, N. M. (2011). *Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests*. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21–33. Obtenido de <https://www.nrc.gov/docs/ml1714/ml17143a100.pdf>

Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2014). *Metodología de la Investigación Hernández Sampieri 6a Edición*. McGrawHill Education. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp->

content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodología%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Rocabado, D. (2011). *Los hongos*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/324015186_Los_Hongos?enrichId=rgreq-8cd8ac9b8928d27c355c09698b141baf-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMzMjYyNDExNTE4NjUzMDg0NjE0OTg4ODQwOTdAMTUyMjA3OTkzNDQxMA%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf

Rodríguez, R. R. (2022). *Evaluación de la influencia de parámetros fisicoquímicos del agua y el suelo en la estructura, composición y almacenamiento de carbono de la comunidad de mangles en la Ciénaga de Mallorquín Barranquilla, Colombia*. Obtenido de <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/10973/1045717701.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rojas Ramírez, L. (2015). Los basidiomicetos: una herramienta biotecnológica promisoriosa con impacto en la agricultura. En L. Rojas Ramírez. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. : Redalyc. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209128776009.pdf>

Roncal y Rabanal, M. (2019). *Identificación y utilidad de algunos hongos superiores del ecosistema de la Sierra Norte del Perú*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/350891115_Identificacion_y_utilidad_de_algunos_hongos_superiores_del_ecosistema_de_la_Sierra_Norte_del_Peru

Rosa Batallas-Molina, G. M.-M. (2021). *Catálogo de hongos Ascomycota y Basidiomycota del herbario nacional QCNE (INABIO)*. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/169322?utm_source=chatgpt.com

Ruonan Xiong, N. G. (2024). *Soil pH amendment alters the abundance, diversity, and composition of microbial communities in two contrasting agricultural*

- soils*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/381705844_Soil_pH_amendment_alters_the_abundance_diversity_and_composition_of_microbial_communities_in_two_contrasting_agricultural_soils#:~:text=and%20conservation%20strategies.-,IMPORTANCE%20This%20study%20delves
- Selene Báez, S. S. (2010). *Propuesta Metodológica para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Proyecto-Mapa-de-Vegetacion-del-Ecuador_Propuesta-Metodologica.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Shah Hussain, H. A.-U.-S. (2018). *The genus Parasola in Pakistan with the description of two new species Parasola auricoma*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5904494/>
- Singer, R. (1986). *The Agaricales in modern taxonomy*. 4th ed. Koenigstein, Germany: Koeltz Scientific Books. En R. singer. Koeltz Scientific Books.
- Smith, S. E. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ele.12056>
- Souza, G. M. (2020). *Soil sampling protocol for pH variability along transects*. *MDPI Soil Systems*, 4(3), 56. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/soilsystems4030056>
- Staff, S. S. (2017). *Soil Survey Manual*. U.S. Government Printing Office. Obtenido de https://www.nrcs.usda.gov/resources/guides-and-instructions/soil-survey-manual?utm_source=chatgpt.com
- Tapia, I. S. (2003). *Composicion de Hongos Agaricales en dos bosques en la cuenca Puerto Abeja, Parque Nacional Natural Chiribiquete, Caquetá*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/4859f979-c4c7-4526-ae19-5bbdd956c6a5/content>

- Tedersoo y W. May, L. (2009). *Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: Global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/41623951_Ectomycorrhizal_lifestyle_in_fungi_Global_diversity_distribution_and_evolution_of_phylogenetic_lineages
- Turgeon, J. (2019). *Relationship between Fungi Abundance and Soil pH in the Morgan Arboretum*. Obtenido de <https://stlawrencelowlands.wordpress.com/2019/11/21/relationship-between-fungi-abundance-and-soil-ph-in-the-morgan-arboretum/>
- Tuula Niskanen, R. L.-C. (septiembre de 2023). *Pushing the Frontiers of Biodiversity Research: Unveiling the Global Diversity, Distribution, and Conservation of Fungi*. Obtenido de <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-environ-112621-090937>
- U.S.D.A. (1977). National Soil Survey Manual.
- UTPL. (2024). *Investigación de hongos cobra relevancia en Ecuador*. Obtenido de <https://noticias.utpl.edu.ec/investigacion-de-hongos-cobra-relevancia-en-ecuador>
- Virginia Ramírez-Cruz, G. G.-A.-G.-D. (Agosto de 2013). *Phylogenetic inference and trait evolution of the psychedelic mushroom genus *Psilocybe* sensu lato (Agaricales)*. Obtenido de <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cjb-2013-0070?>
- Wang, S. H. (2023). *Soil microbial community, dissolved organic matter and nutrient cycling interactions change along an elevation gradient in subtropical China*. Obtenido de https://www.pure.ed.ac.uk/ws/portalfiles/portal/376246615/Wang_et_al_2023_JEnvManage_Author_Accepted_Manuscript_1_.pdf
- Wani, A. H. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms.

- Xin Chen, Y. W. (2023). *A Natural Moisture Gradient Affects Soil Fungal Communities on the South Shore of Hulun Lake, Inner Mongolia, China*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37233260/>
- Xuetong Zhang 1, Y. D. (17 de Julio de 2014). *The evolutionary adaptation of wood-decay macrofungi to host gymnosperms differs from that to host angiosperms*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11255378/>
- Yang Yu, X. C. (2024). *Effects of warming on soil fungal community and its function in a temperate steppe*. Obtenido de [https://ecologicalprocesses.springeropen.com/articles/10.1186/s13717-024-00542-4#:~:text=Our%20results%20showed%20that%20warming,2022\).](https://ecologicalprocesses.springeropen.com/articles/10.1186/s13717-024-00542-4#:~:text=Our%20results%20showed%20that%20warming,2022).)
- Zhang, H. Z. (2022). *Soil organic matter drives fungal diversity and community composition across forest ecosystems*. *Forest Ecology and Management*, 517, 120–214. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120214>
- Zhihui Li, Z. W. (2024). *Soil Environments Regulate Dominant Soil Fungal Communities along an Elevational Gradient in Subtropical Forests*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1999-4907/15/4/643>

ANEXOS



Facultad de
Ciencias del Mar
Biología

La Libertad, 9 noviembre del 2025

Señor Ingeniero
Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
Director de la Carrera Biología
Facultad de Ciencias del Mar
En su despacho.

De mi consideración,

Por medio del presente le expreso un cordial saludo y al mismo tiempo aprovecho la oportunidad para informarle de las revisiones del trabajo de tesis para la titulación de la estudiante **VALLEJO RODRÍGUEZ ARIANA PRISCILA**, con el tema "DIVERSIDAD ECOLÓGICA DE HONGOS DEL ORDEN AGARICALES DE LA RESERVA ECOLÓGICA COMUNA LOMA ALTA, SANTA ELENA.". Dejo constancia que la investigación y el trabajo escrito ha sido revisado en su totalidad.

Agradezco la atención prestada.

Atentamente,



Blgo. William Santos Sánchez, M.Sc.
Docente
Facultad de Ciencia del Mar
Universidad Península de Santa Elena

Somos lo que el mundo necesita

Dirección: Campus matriz, La Libertad - prov. Santa Elena - Ecuador
Código Postal: 240804 - Teléfono: (04) 2-781732
www.upse.edu.ec

Anexo 1 Carta Aval

Corregido copilatio 07-11-25 Vallejo Rodríguez Ariana



Nombre del documento: Corregido copilatio 07-11-25 Vallejo Rodríguez Ariana .docx ID del documento: ac8534883226f905071107f676e9e25Sec61650d Tamaño del documento original: 113,22 kB	Depositante: WILLIAM JAMIL SANTOS SANCHEZ Fecha de depósito: 8/11/2025 Tipo de carga: Interface fecha de fin de análisis: 8/11/2025	Número de palabras: 12.366 Número de caracteres: 81.285
--	--	--

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	PROPUESTA DE TITULACION TERMINADA UIC -1.docx PROPUESTA DE ... #5478b4 Viene de de mi grupo 2 fuentes similares	7%		Palabras idénticas: 7% (909 palabras)

Fuente con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	UIC I Briones Cotto.pdf UIC I Briones Cotto.pdf #f24425 Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

Anexo 2. Reporte del Copilatio (10%)



REPÚBLICA
DEL ECUADOR

Ministerio de
Ambiente y Energía

PRONUNCIAMIENTO FAVORABLE No. MAE-ARSFC-2025-0957

Srta. **VALLEJO RODRIGUEZ ARIANA PRISCILA,**

Una vez que la propuesta para Autorización de Recolección de Especímenes de la Diversidad Biológica Sin Fines Comerciales para Investigación Científica, ha sido analizada, el Ministerio de Ambiente y Energía en uso de las atribuciones que le confiere el Acuerdo Interministerial SENESCYT-MAE N°001 aprueba el Proyecto **Diversidad ecológica de hongos del orden Agaricales de la Reserva Ecológica Comuna Loma Alta Santa Elena**, al haber cumplido con los parámetros técnicos, administrativos y legales, establecidas en la ley.

En base a lo dispuesto en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.

Atentamente,

ALAVA CASTILLO JOEL FERNANDO

DIRECCIÓN DE BIODIVERSIDAD

Anexo 3. Pronunciamento del MAE



COORDINACION
LICENCIATURA EN ECOLOGÍA

e-mail: oswaldo.uitzil@enesmerida.unam.mx

www.enesmerida.unam.mx

Asunto: Constancia

A quien corresponda

Por este medio, hago constar que he revisado las determinaciones taxonómicas de los macromicetes analizados por la estudiante **ARIANA PRISCILA VALLEJO RODRÍGUEZ** adscrita a la Universidad Estatal Península de Santa Elena de la Facultad de Ciencias del Mar, de la carrera de Biología como parte del proyecto de integración curricular **"DIVERSIDAD ECOLÓGICA DE HONGOS DEL ORDEN AGARICALES DE LA RESERVA ECOLÓGICA COMUNA LOMA ALTA, SANTA ELENA"**. Su determinación taxonómica a nivel específica y/o genérica cuando fue posible es correcta siguiendo un enfoque estrictamente morfológico y utilizando como único recurso disponible las fotografías de los esporomas.

Se recomienda arduamente para estudios micológicos a futuros incluir cuestiones técnicas como recolección de esporomas, estudios descriptivos de micromorfología, estudios filogenéticos y complementar las descripciones taxonómicas, así como cotutoría con un(a) micólogo(a) para un mejor asesoramiento desde un enfoque técnico.

Se extiende la presente constancia para los fines que le resulten convenientes y aprovecho para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Mérida, Yucatán, a 07 de noviembre del 2025

M. en C. Michael Oswaldo Uitzil Colli
Profesor de asignatura
Escuela Nacional de Estudios Superiores
Universidad Nacional Autónoma de México
Tablaje Catastral N°6998, Carretera Mérida-Tetiz Km. 4.5, C.P. 97357,
Municipio de Ucu, Yucatán, México



Anexo 4. Constancia del certificado de identificación de especies

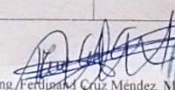
UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
LABORATORIOS DE CIENCIAS QUÍMICAS - BIOLÓGICAS
HORARIO DE CLASES
PERIODO 2025 - 2026


Docente tutor: Bgo William Jamil Santos Facultad/ Carrera Biología

Título Trabajo de Integración Curricular: "Diversidad ecológica de hongos del orden Agaricales de la Reserva Ecológica comuna Loma Alta"

Tesisista: Ariana Priscila Vallejo Rodríguez

Fecha	Entrada	Salida	Proceso	Materiales /Equipos utilizados.	Cantidad/horas (equipos)	FIRMA
13/10/25	4pm	4pm	Pesado de 6 muestras para ignición de 3 horas en la mufla.	Crisoles, Balanza digital, mufla, pinzas	3 horas	<i>Ariana Vallejo</i>
14/10/25	8pm	11am	El pesado de las muestras del día anterior y el colocado de 6 muestras en la mufla.	Crisoles, Balanzas digital mufla, pinzas	3 horas	<i>Ariana Vallejo</i>
15/10/25	8am	11am	Enfriamiento de las muestras y colocado de 6 muestras más en la mufla.	Crisoles, Balanzas digital, mufla, pinzas	3 horas	<i>Ariana Vallejo</i>
15/10/25	8pm	3pm	Pesado de muestras y cálculos de ignición.	Balanza digital	1 hora	<i>Ariana Vallejo</i>


 Ing. Fernando Cruz Méndez, Msc.
 Tec. Laboratorio de Ciencias Químicas - Biológicas


 JEFATURA DE LABORATORIOS

Anexo 5. Constancia de firma del laboratorio de Química para la ejecución del proceso de ignición de materia orgánica del suelo.



Anexo 6. Área de monitoreo correspondiente al mes de agosto, caracterizada por presencia de neblina y lluvias.



Anexo 7. Entrada a zona de monitoreo (vía la Ponga)



Anexo 8. Ubicación de la parcela a un extremo dentro de la estación.



Anexo 9. Toma de fotografías dentro del mismo hábitat.



Anexo 10. Captura de organismos para registro fotográfico y descripción morfológica.



Anexo 11. Desborde de tierra en algunas estaciones por precipitaciones



Anexo 12. Registro de datos de los parámetros de humedad, pH y temperatura.



Anexo 13. Reducción de organismos en puntos estratégicos previamente monitoreados en los meses de septiembre y octubre.

