

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**PRODUCTIVIDAD DE *Suillus luteus*. EN LAS PLANTACIONES DE
Pinus radiata, EN LA COMUNIDAD DE PATAPALLPA
OCONGATE, QUISPICANCHI – CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. AMILCAR QUISPE QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO**

ASESORA:

Dra. MARÍA ENCARNACIÓN HOLGADO ROJAS

CODIGO ORCID: 0000-0002-2285-8679

FINANCIADO POR: CONVENIO ARES-UNSAAC

CUSCO - PERU

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Dra. Maria Encarnacion Holgado Rojas,
quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "PRODUCTIVIDAD DE SOILLUS LUTEUS
EN LAS PLANTACIONES DE Pinus radiata, EN LA COMUNIDAD DE PATAPALIPA
OCONGATE, QUISPICANCHI - CUSCO"

Presentado por: Anulcor Quispe Quispe DNI N° 70602211;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Biologo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 3.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 10 de Agosto de 20 26

M/a. Encarnación Holgado R.

Firma

Post firma Maria Encarnacion Holgado Rojas

Nro. de DNI 23912951

ORCID del Asesor 0000-0002-2285-8679

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:613619559

Amilcar Quispe Quispe

PRODUCTIVIDAD DE *Suillus luteus* EN LAS PLANTACIONES DE *Pinus radiata*, EN LA COMUNIDAD DE PATAPALLPA - OCONG...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:613619559

Fecha de entrega

10 ago 2026, 9:13 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

10 ago 2026, 9:29 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

PRODUCTIVIDAD DE *Suillus luteus* EN LAS PLANTACIONES DE *Pinus radiata*, EN LA COMUNIDADpdf

Tamaño del archivo

1.9 MB

82 páginas

22.281 palabras

104.949 caracteres

3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

*A mis padres, Sebastián y Brígida, y a mis hermanos,
Jaime y Dany, quienes contribuyeron a mi formación
profesional, brindándome motivación y apoyo
emocional durante todo este proceso*

*En especial a mi hija Bella Thais y mi pareja Primitiva
por formar parte de mi linda hogar.*

AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Nacional San Antonio Abad del
Cusco, Facultad de Ciencias Biológicas, alma
mater de mi formación profesional.*

*A mis asesores de la tesis por el constante
seguimiento y orientación en el desarrollo de mi
tesis, Dra. María Encarnación Holgado Rojas y
Dr. Richard Tito León.*

*Y al convenio ARES – UNSAAC por el
financiamiento de mi tesis.*

INDICE

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
INTRODUCCIÓN.....	III
PROBLEMA	V
JUSTIFICACIÓN.....	VII
OBJETIVOS.....	VIII
Objetivo General:	VIII
Objetivo Específicos:.....	VIII
CAPITULO I.....	1
MARCO TEORICO	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.1.1. Antecedentes Internacionales	1
1.1.2. Antecedentes Nacionales	1
1.1.3. Antecedentes Locales	3
1.2. BASES TEORICAS	3
1.2.1. Hongos.....	3
1.2.1.1. Características de los hongos	4
1.2.1.2. Morfología de los hongos.....	4
1.2.1.3. Clasificación de los hongos.....	5
1.2.1.4. Ciclo de vida de los macromicetos.....	6
1.2.1.5. Hábitat y nutrición.....	7
1.2.1.6. Los hongos saprofitos	8
1.2.1.7. Los hongos parásitos	8
1.2.1.8. Los hongos simbioses	8
1.2.1.9. Tipos de micorrizas	8
1.2.1.10. Hongos silvestres comestibles	9

1.2.2. Variables climáticas que influyen en el crecimiento de los hongos	9
1.2.3. Propiedades físico-químicas del suelo.....	10
1.2.4. Morfología de <i>Suillus luteus</i> (L.) Gray	12
1.2.4.1. Notas evolutivas y de clasificación	14
1.2.4.2. Valor nutritivo de <i>Suillus luteus</i>	14
1.2.5. Plantaciones de pinos.....	14
1.2.5.1. Genero <i>Pinus</i>	14
1.2.5.2. <i>Pinus radiata</i> D. Don.	14
1.2.6. Biomasa	15
1.2.7. Productividad.....	15
CAPÍTULO II.....	16
AREA DE ESTUDIO	16
2.1. UBICACIÓN	16
2.1.1. Ubicación política y geográfica	16
2.2. ACCESIBILIDAD.....	18
2.3. COMPONENTE FÍSICO	18
2.3.1. Fisiografía y Geomorfología	18
2.3.2. Hidrología.....	18
2.3.3. Geología.....	18
2.4. COMPONENTE CLIMÁTICO.....	19
2.4.1. Climadiagrama.....	19
2.5. COMPONENTE BIOLOGICO	19
2.5.1. Tipo de cobertura vegetal	19
2.5.2. Tipo de ecosistema	19
CAPÍTULO III	20
MATERIALES Y METODOS.....	20
3.1. MATERIALES	20

3.1.1. Material Biológico	20
3.1.2. Equipos e insumos	20
3.2. METODOLOGÍA.....	20
3.2.1. Tipo de investigación.....	20
3.2.2. Nivel de investigación	21
3.2.3. Diseño de investigación.....	21
3.2.4. Métodos y fundamentos.....	21
3.2.4.1. Instalación de parcelas	21
3.2.4.2. Biomasa de <i>Suillus luteus</i>	23
3.2.4.3. Variables climáticas en la productividad de <i>Suillus luteus</i>	27
3.2.4.4. Propiedades físico-químicas del suelo	27
3.2.4.5. Análisis del contenido bromatológico de <i>Suillus luteus</i>	28
3.2.5. Análisis de datos	28
CAPÍTULO IV	29
RESULTADOS Y DISCUSIONES	29
4.1. RESULTADOS	29
4.1.1. Características de la biomasa seca de <i>Suillus luteus</i>	29
4.1.2. Variables climáticas y la biomasa.....	32
4.1.2.1. Correlación entre las variables climáticas y la biomasa seca.....	32
4.1.3. Propiedades físico-químicas del suelo.....	34
4.1.4. Contenido bromatológico de <i>Suillus luteus</i>	35
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Propiedades físico-químicas de los hongos comestibles de diferentes especies.....</i>	9
Tabla 2 <i>Coordenadas de ubicación de las parcelas estudiadas en la plantación de pino.....</i>	22
Tabla 3 <i>Modelos de regresión múltiple para explicar la biomasa.....</i>	33
Tabla 4 <i>Resultados de análisis físico-químico del suelo de la plantación de pinos</i>	34
Tabla 5 <i>Resultado de análisis físico-químico de Suillus luteus.....</i>	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 <i>Partes del hongo comestible (Suillus luteus)</i>	6
Figura 2 <i>Grafica ilustrativa del hongo comestible (Suillus luteus)</i>	13
Figura 3 <i>Imagen satelital de la plantación de pinos de la comunidad de Patapallpa.</i>	16
Figura 4 <i>Mapa de localización del área de estudio y de la plantación de pino.</i>	17
Figura 5 <i>Método de la plantación de pinos de tresbolillo. Representación esquemática de muestreo al azar de parcelas dentro de las plantaciones.</i>	22
Figura 6 <i>Fotografía de recolección de cuerpos carpóforos.....</i>	24
Figura 7 <i>Construcción de secadero solar de 8x5 metros para el deshidratado de cuerpos carpóforos.</i>	25
Figura 8 <i>Fotografía del registro de diámetro y pesado del cuerpo carpóforo fresco.</i>	25
Figura 9 <i>Cuerpos carpóforos frescos colocados en orden por parcelas para su deshidratado.</i>	26
Figura 10 <i>Resultados de la acumulación de biomasa, abundancia, área de pilio y porcentaje de agua.</i>	29
Figura 11 <i>Biomasa acumulada por fechas de la cosecha de cuerpos carpóforos por parcelas.</i>	30
Figura 12 <i>Numero de hongos fructificados por hectáreas (ha) en la plantación de pinos por parcelas.</i>	30
Figura 13 <i>Variación del área del pilio (cm²) de los hongos producidos dentro de la plantación de pinos.</i>	31
Figura 14 <i>Correlación entre las variables climáticas y la biomasa</i>	32

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis nutricional del <i>Suillus luteus</i>	45
Anexo 2. Resultados del análisis fisicoquímica del suelo.	46
Anexo 3. Modelo de formato para levantamiento de datos del área de estudio.....	47
Anexo 4. Fotografías de los trabajos realizados en campo	48
Anexo 5. Triángulo de textura del suelo.	52
Anexo 6. Mapa Nacional de Ecosistemas	53
Anexo 7. Mapa de Cobertura Vegetal	54
Anexo 8. Data general de número de hongos, diámetro, pesos y porcentaje de agua.	55
Anexo 10. Datos de los variables climáticos obtenidos de la estación meteorológica del distrito de Ccatcca.	65
Anexo 11. Correlograma de variables climáticas con biomasa de hongo	66

RESUMEN

Este estudio evaluó la productividad del hongo comestible (*Suillus luteus*) en la plantación de *Pinus radiata* en la comunidad de Patapallpa, Ocongate, Quispicanchi, Cusco, durante la temporada de lluvias (enero – febrero) de 2024. La evaluación se centró en la productividad de hongos comestibles y el efecto de las variables climáticas, el papel de las propiedades físico-químicas del suelo en la productividad y el contenido nutricional de los carpóforos. Se establecieron aleatoriamente las parcelas permanentes de 3 m × 6 m (18 m²). Además, se recolectaron los carpóforos de las parcelas cada siete días del mes de enero a abril y se deshidrataron en un secadero artesanal de 4 m × 8 m (32 m²) cubierto con plástico agrofil. El análisis de datos se realizó utilizando el software Excel y R. Como resultados, se determinó que la biomasa máxima ocurrió a finales del mes febrero con 28,54 kg/ha., que corresponde a mediados de la temporada de la época lluviosa. Entre las variables climáticas, la humedad relativa mostró la correlación más fuerte con la biomasa, contribuyendo en un 31% a favor del rendimiento de la productividad. Mientras tanto el análisis nutricional de *Suillus luteus* se observaron altos niveles de carbohidratos (48,99%) y proteínas (24,07%), lo que confirma su potencial como fuente de nutrientes. En cuanto a las propiedades físico-químicos del suelo, se observaron mayores concentraciones de fósforo, calcio, potasio y materia orgánica.

Palabras clave: Productividad, *Suillus luteus*, *Pinus radiata*, Patapallpa, Ocongate.

ABSTRACT

This study evaluated the productivity of the edible mushroom (*Suillus luteus*) in a (*Pinus radiata*) plantation in the community of Patapallpa (Ocongate, Quispicanchi, Cusco) during the 2024 rainy season (January–February). The assessment focused on edible mushroom productivity, the impact of climatic variables, the role of soil physicochemical properties in productivity, and the nutritional content of the fruiting bodies. Permanent 3 m × 6 m (18 m²) plots were established randomly. Fruiting bodies were harvested from the plots every seven days from January to April and dehydrated in a 4 m × 8 m (32 m²) artisanal dryer covered with agricultural plastic sheeting. Data analysis was performed using Excel and R software. Results showed that peak biomass occurred in late February at 28.54 kg/ha, corresponding to the midpoint of the rainy season. Among the climatic variables, relative humidity showed the strongest correlation with biomass, contributing 31% to productivity yield. Meanwhile, nutritional analysis of (*Suillus luteus*) revealed high levels of carbohydrates (48.99%) and protein (24.07%), confirming its potential as a nutrient source. Regarding soil physicochemical properties, higher concentrations of phosphorus, calcium, potassium, and organic matter were observed.

Keywords: Productivity, *Suillus luteus*, *Pinus radiata*, Patapallpa, Ocongate.

INTRODUCCIÓN

El consumo de hongos silvestres comestibles se remonta a épocas prehistóricas, pues representaron una fuente de alimento accesible y de alto valor nutricional. Registros arqueológicos indican que hace más de 13,000 años las poblaciones del actual territorio chileno recolectaban y consumían especies fúngicas (Rojas & Mansur, 1945). A escala global, el género *Suillus* es uno de los más relevantes, con unas 26 especies utilizadas en la alimentación, entre ellas *Suillus luteus* (Blanco et al., 2012).

En los Andes, particularmente en Cusco, los hongos comestibles de este género poseen una doble importancia: son parte de la tradición alimentaria y constituyen un recurso económico para numerosas familias rurales. Su presencia en ferias locales refleja tanto su valor comercial como cultural. Estos hongos crecen de manera silvestre en asociación con el género *Pinus*, en especial *Pinus radiata*, lo que permite su aprovechamiento sin necesidad de sistemas de cultivo intensivo, reduciendo costos de producción.

Los hongos son organismos heterótrofos que dependen de la materia orgánica del entorno como fuente de energía (Estrada & Remires, 2019), desarrollándose a partir de los sustratos disponibles (Sánchez et al., 2000). De acuerdo con la forma en que obtienen sus nutrientes, se clasifican en saprófitos, parásitos y simbioses mutualistas (Toledo et al., 2016; Montenegro & Stuardo, 2021). Estos últimos establecen interacciones con diversos grupos de plantas, incluidas las gimnospermas (Isaac, 1992), mediante la formación de micorrizas (Frank, 1885). Aunque estas asociaciones favorecen a ambas partes, el crecimiento de los hongos simbioses también depende de factores externos. En este sentido, se han realizado numerosos estudios sobre la influencia de variables ambientales en su desarrollo. Se ha comprobado, por ejemplo, que el pH es determinante, ya que la mayoría de especies se desarrollan mejor en rangos ácidos entre 4 y 6 (Sánchez et al., 2000). Ensayos in vitro muestran que *Suillus luteus* presenta un crecimiento más rápido y extenso en pH de 4.8 y 5.8 (Pereira et al., 2007). Asimismo, la precipitación, la humedad relativa y la temperatura inciden en su producción; mientras que las dos primeras variables guardan una relación directa con la fructificación (Huarasa, 2022; Espinoza, 2015), la temperatura presenta efectos contrastantes. Algunos trabajos señalan que incrementos térmicos reducen el rendimiento de *Suillus luteus* (Huarasa, 2022), mientras que otros sostienen que estimulan la actividad enzimática y, con ello, el desarrollo fúngico (Sánchez et al., 2020). Sin embargo, temperaturas extremas, tanto altas como bajas, interrumpen el crecimiento y pueden provocar la mortalidad del micelio (Sánchez et al., 2000).

En la comunidad de Patapallpa, las plantaciones de *Pinus radiata* proporcionan un hábitat favorable para estas especies (hongos comestibles), lo que abre oportunidades tanto para su uso alimenticio como para generar ingresos económicos en la sociedad. En este contexto, el distrito de Ocongate (provincia de Quispicanchi) reúne condiciones ambientales propicias para el desarrollo del hongo (*Suillus luteus*) Además, integrar la producción micológica al manejo forestal puede incrementar el valor agregado de las plantaciones, combinando la producción de madera con la recolección de hongos (Oria de Rueda, 1989, 1991).

Bajo estas consideraciones, la presente investigación se orienta a evaluar la productividad del hongo comestible *Suillus luteus* en plantaciones de *Pinus radiata* en la comunidad de Patapallpa. Comprender cómo las condiciones ambientales influyen en su desarrollo del hongo, permitirá mejorar las prácticas de manejo y estimular la fructificación, lo que podría traducirse en beneficios económicos para las comunidades locales.

PROBLEMA

En la región del Cusco, particularmente en zonas altoandinas como el distrito de Ocongate, los recursos naturales silvestres juegan un papel fundamental en la seguridad alimentaria y en la economía local. Entre ellos, el hongo comestible de la especie *Suillus luteus* destacan por su valor nutricional y su potencial comercial. Estos hongos se desarrollan de forma espontánea en asociaciones micorrícicas con especies forestales como *Pinus radiata*, cuyas plantaciones han sido promovidas en los últimos años como parte de programas de reforestación y manejo forestal sostenible.

A pesar del reconocimiento empírico por parte de las comunidades sobre la importancia de estos hongos, aún existe una limitada información técnica y científica sobre su productividad, distribución y manejo adecuado en las plantaciones forestales. Esta falta de conocimiento impide que se aproveche de manera eficiente su potencial, tanto en términos de seguridad alimentaria como de generación de ingresos. Además, el carácter silvestre de la especie dificulta su control y recolección, lo que puede derivar en prácticas extractivas poco sostenibles y en una disminución de su disponibilidad a largo plazo.

Particularmente en la comunidad de Patapallpa, distrito de Ocongate, no se cuenta con estudios que determinen su nivel de productividad ni las condiciones climáticas que influyen en su fructificación. Esta carencia de información representa una barrera para el desarrollo de estrategias de manejo sostenible que permitan aprovechar este recurso de forma más eficiente y responsable.

Por lo tanto, surge la necesidad de investigar la productividad de *Suillus luteus* en las plantaciones de pinos, con el fin de generar información que contribuya al conocimiento, promuevan prácticas de manejo adecuadas y potencie su valor como recurso alimenticio y económico para las comunidades locales.

Por lo que nos planteamos las siguientes preguntas:

Pregunta general

- ¿Cuál será la productividad de *Suillus luteus* en la plantación de *Pinus radiata* en la comunidad de Patapallpa?

Preguntas específicas

1. ¿Cuál será la biomasa de *Suillus luteus* en la plantación de *Pinus radiata* en la comunidad de Patapallpa?
2. ¿Qué relación existe entre las variables climáticas (temperatura ambiental, humedad relativa, precipitación) con la productividad de *Suillus luteus* en la plantación de *Pinus radiata*?
3. ¿Cuáles serán las propiedades físico-químicas del suelo de la plantación de *Pinus radiata* en la comunidad de Patapallpa?
4. ¿Cuál será el contenido bromatológico de *Suillus luteus*?

JUSTIFICACIÓN

Justificación teórica

A pesar de su valor, existe escasa información científica sobre la productividad de *Suillus luteus* en las plantaciones de pinos, así como sobre las condiciones climáticas que favorecen su fructificación. Esta falta de conocimiento limita la posibilidad de diseñar estrategias de manejo que optimicen su aprovechamiento y aseguren su sostenibilidad a largo plazo. Además, al tratarse de una especie silvestre, es fundamental conocer las variables climáticas que determinan la productividad del hongo, así para evitar la sobreexplotación y garantizar su conservación.

Justificación metodológica

Se justifica el uso de parcelas permanentes ya que estos permiten obtener datos representativos del área de estudio y facilitan la medición estandarizada de parámetros como la biomasa y variables climáticas que influyen en el desarrollo. Este tipo de muestreo es indispensable para identificar patrones de productividad del hongo comestible de *Suillus luteus*.

Justificación socioeconómica

La presente investigación es relevante tanto desde una perspectiva socioeconómica, ya que aborda el estudio de *Suillus luteus*, un hongo silvestre comestible con alto potencial alimenticio y comercial. En la región del Cusco, especialmente en comunidades rurales como Patapallpa (distrito de Ocongate), este recurso micológico representa una alternativa sostenible para complementar la dieta local y generar ingresos económicos sin necesidad de inversiones elevadas, debido a su desarrollo espontáneo en asociaciones micorrízicas con la plantación de *Pinus radiata*.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Evaluar la productividad de *Suillus luteus* en la plantación de *Pinus radiata* en la comunidad de Patapallpa, distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, región Cusco.

Objetivo Específicos:

1. Evaluar la biomasa de *Suillus luteus* en la plantación de *Pinus radiata* de la Comunidad de Patapallpa distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, región Cusco.
2. Relacionar entre las variables climáticas y la biomasa de *Suillus luteus* en la plantación de *Pinus radiata*.
3. Determinar las características físico-químicas del suelo en la plantación de *Pinus radiata*.
4. Analizar el contenido bromatológico de *Suillus luteus*.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Barroetaveña (2010), evaluó el rendimiento potencial de *Suillus luteus* en plantaciones de pino localizadas en la región occidental de Chubut, bajo la gestión del Centro Forestal CIEFAP. Los resultados mostraron que las áreas más productivas alcanzaron valores cercanos a 66,3 kg de materia seca por hectárea al año, mientras que en sitios de productividad media se obtuvieron 27,3 kg/ha/año y en los de menor rendimiento alrededor de 12,9 kg/ha/año. A escala regional, la producción estimada fue de 665.709,3 kg de materia seca anuales, equivalentes a 6.657.903 kg en estado fresco, con variaciones asociadas al régimen de precipitaciones. La recolección, procesamiento y comercialización de los carpóforos de *S. luteus* constituyen una alternativa económica complementaria a la actividad forestal, aportando al financiamiento de los costos de manejo de las plantaciones y generando oportunidades de empleo en comunidades rurales. Aunque no representa la principal fuente de ingresos, esta práctica puede funcionar como un ingreso adicional que complemente los recursos familiares o amortigüe las reducciones salariales en épocas de baja demanda laboral.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Huarasa (2022), analizó la influencia de las prácticas silviculturales sobre la producción del hongo comestible *Suillus luteus* en plantaciones de *Pinus radiata* del distrito de Unicachi, provincia de Yunguyo (Puno). El diseño experimental consideró la combinación de dos niveles de poda (con y sin aplicación) y tres intensidades de deshierbo (0%, 50% y 100%) bajo un esquema factorial. Para evaluar la respuesta del hongo se registraron semanalmente el número de carpóforos, el rendimiento en peso fresco y ciertos parámetros de calidad, mientras que las variables climáticas (precipitación, temperatura y humedad relativa) se obtuvieron del SENAMHI. El análisis estadístico incluyó pruebas de varianza y contrastes no paramétricos (Kruskal–Wallis). Los resultados mostraron que el deshierbo ejerció un efecto decisivo en la productividad: la eliminación parcial de malezas (50%) permitió alcanzar un promedio de 26.5 carpóforos por 3 m², superando de manera significativa a los tratamientos con 0% y 100% de control de vegetación ($p < 0.05$). En términos de rendimiento, los mayores valores se observaron en los deshierbos de 50% (404.2 g/3 m²) y 0% (326.1 g/3 m²), mientras que el deshierbo

completo resultó en la menor producción ($p < 0.05$). En cuanto a la calidad de los carpóforos, no se encontraron diferencias en la coloración, aunque sí en la presencia de impurezas, que fue menor en los tratamientos con 50% y 100% de deshierbo. El daño físico no mostró variaciones significativas y no se detectó incidencia de plagas ($p > 0.05$). Cabe destacar que, en todos los tratamientos, los diámetros de carpóforos superaron los 5 cm ($p < 0.05$). Finalmente, se identificaron relaciones ambientales relevantes: la precipitación tuvo una correlación positiva y significativa con el rendimiento ($r = 0.71$), mientras que la temperatura máxima se asoció negativamente ($r = -0.70$). En contraste, la humedad relativa presentó una relación débil con la producción del hongo.

Mayta (2019), en la región Puno donde introdujeron especies forestales exóticas como el pino, se analizó el efecto de *Pinus radiata* sobre las características edáficas, contrastando una hectárea de plantación con una de pastizal. Se recolectaron cinco muestras por parcela a una profundidad de 0–15 cm y se evaluaron parámetros como densidad aparente, pH, contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. Los hallazgos indicaron que la cobertura de pinos incrementó la densidad aparente y redujo los niveles de nitrógeno, potasio y materia orgánica, sin cambios significativos en pH ni fósforo. El estudio concluye que la presencia de estas plantaciones puede deteriorar propiedades clave del suelo, limitando su capacidad productiva con el tiempo.

Veliz y Ursula (2012), realizaron el estudio en la provincia de Jauja con la finalidad de determinar el potencial productivo y comercial de *Suillus luteus* en plantaciones de *Pinus radiata*, incorporando además la influencia de factores climáticos en su desarrollo. La investigación se llevó a cabo en dos localidades: Tingo Paccha (sector Lomo Largo) y la Estación Experimental Agropecuaria El Mantaro de la UNCP. En cada sitio se establecieron parcelas de 5 × 35 m (cuatro en Tingo Paccha y dos en El Mantaro), siguiendo la propuesta metodológica de Martínez Peña y Fernández Toirán (1997), complementada con transectos lineales según Canfield (1941). La recolección de carpóforos maduros se efectuó semanalmente entre enero y abril de 2011. Se registraron indicadores edáficos y productivos (número de carpóforos, peso fresco y seco), además de parámetros de madurez, estado sanitario, calidad organoléptica y composición química. Asimismo, se evaluó la relación entre la producción fúngica y las condiciones climáticas, junto con la viabilidad económica de su aprovechamiento con valor agregado. Los resultados mostraron un promedio de 80 800 carpóforos por hectárea al año, equivalentes a 4 559 kg de biomasa fresca y 306 kg en peso seco, siendo Tingo Paccha el sitio de mayor rendimiento. El 92% de los cuerpos fructíferos presentó condiciones

adecuadas de calidad y sanidad. El análisis químico de muestras deshidratadas reveló 10,93% de humedad, 13% de fibra, 14,26% de proteína, 6,67% de cenizas, 6,67% de grasa y 50,98% de carbohidratos. En cuanto a los factores edáficos, la materia orgánica, el contenido de nitrógeno y un pH entre ácido y neutro favorecieron el crecimiento del hongo, mientras que, en el aspecto climático, la precipitación y la temperatura resultaron ser los factores determinantes. Finalmente, el análisis económico evidenció que la producción de *Suillus luteus* en plantaciones de *Pinus radiata* es rentable, siempre que se oriente hacia mercados que valoren productos con transformación y valor agregado.

1.1.3. Antecedentes Locales

Espinoza (2015), desarrolló una investigación en la localidad de Huancarani, provincia de Paucartambo, con el objetivo de cuantificar la producción de hongos micorrícicos y evaluar la incidencia de factores ambientales sobre este proceso. Además, se caracterizó su composición química. Se aplicó el estudio del tipo descriptivo y no experimental, se extendió por un periodo de siete meses. En ese tiempo se estimó una producción de *Suillus luteus* de 11 402.46 kg en peso fresco, equivalentes a 779.62 kg tras la deshidratación. De forma complementaria, se recopilaron registros climáticos y edáficos en el bosque de pino, donde se obtuvieron promedios de 10.44 °C de temperatura, 680.10 mm de precipitación acumulada, 77 % de humedad relativa, 26.67 % de humedad del suelo y un pH de 6.66, valores correspondientes al intervalo de noviembre de 2014 a mayo de 2015. El análisis estadístico reveló que la humedad del suelo explicó aproximadamente el 70 % de la variación en la producción, mientras que el pH lo hizo en un 78 %, lo que confirma la marcada influencia de estos parámetros sobre el rendimiento del hongo.

1.2. BASES TEORICAS

1.2.1. Hongos

Desde tiempos muy antiguos, los hongos han estado estrechamente vinculados con la vida humana, ya sea en la elaboración de alimentos y bebidas como el pan, la cerveza y el vino, o en el desarrollo de antibióticos y la aparición de enfermedades que afectan a los cultivos (Garcés de Granada et al., 2003). En sus inicios fueron considerados parte del reino vegetal, aunque hoy se reconoce que conforman un grupo con características particulares y claramente diferenciado (De Michelis & Rajchenberg, 2006).

A nivel biológico, se trata de organismos eucariotas, dotados de núcleo rodeado por membrana, retículo endoplásmico, mitocondrias y un aparato secretor bien definido. La

mayoría presenta metabolismo aeróbico, aunque existen especies capaces de desarrollarse en condiciones anaeróbicas. Además, son quimiotrofos que producen enzimas extracelulares con las que transforman diversos compuestos orgánicos en nutrientes solubles; estos, a su vez, son incorporados a la célula por absorción pasiva o mediante transporte activo (Estrada & Ramírez, 2019).

1.2.1.1. Características de los hongos

Los hongos son organismos eucarióticos que se caracterizan por presentar un núcleo delimitado por una membrana nuclear bien definida. Su nutrición es heterótrofa, pues dependen de materia orgánica previamente formada para obtener carbono y energía. La pared celular, compuesta principalmente por quitina junto con polisacáridos y proteínas, es rígida y cumple un rol protector, al mismo tiempo que impide procesos como la fagocitosis. Gracias a la acción de enzimas extracelulares, las moléculas complejas del medio se transforman en compuestos solubles y simples que luego atraviesan la pared por difusión (Estrada & Ramírez, 2019).

De acuerdo con Arenas (2014), la pared celular posee una gran plasticidad, otorga forma a la célula, regula la permeabilidad y la protege frente a variaciones osmóticas. Además, constituye el sitio de interacción con el entorno, ya que en ella se localizan adhesinas y receptores que, al activarse, desencadenan respuestas celulares complejas (citado en Estrada & Ramírez, 2019; ver también Pontón, 2008).

En cuanto a su organización, los hongos desarrollan un micelio integrado por hifas, que corresponde a los mohos o hifomicetos; mientras que, en el caso de las levaduras o blastomicetos, el cuerpo está conformado por células individuales que se multiplican principalmente por gemación. Sus organelos incluyen núcleo, mitocondrias, retículo endoplasmático, aparato de Golgi, membrana plasmática con ergosterol, así como dictiosomas encargados de liberar vesículas. Entre ellas, las macrovesículas se dirigen hacia el exterior celular y las microvesículas contienen la enzima quitina sintetasa, responsable de la formación de quitina. También se describen orgánulos membranosos de forma circular asociados a estas funciones (Estrada & Ramírez, 2019).

1.2.1.2. Morfología de los hongos

Los hongos conforman un grupo de organismos con rasgos muy distintos tanto de las plantas como de los animales. A diferencia de las plantas, carecen de clorofila y no realizan fotosíntesis, por lo que dependen de la materia orgánica de otros seres vivos o de restos en descomposición para obtener sus nutrientes. Tampoco se asemejan a los animales, ya que no

poseen estructuras que les permitan desplazarse; permanecen fijos al sustrato donde crecen. Según su grado de organización, pueden encontrarse como formas unicelulares o bien como estructuras pluricelulares más complejas (SENA, 2010).

Dentro de este grupo se destacan los macromicetos, cuyos cuerpos fructíferos se reconocen fácilmente por la presencia de un píleo o sombrero de consistencia carnosa, sostenido en la parte central por un estípite o tallo diferenciado. Durante las etapas iniciales, la fructificación está protegida por un velo universal, constituido por una envoltura de hifas que, al romperse con la madurez, puede dejar restos visibles en la base del estípite en forma de volva, o aparecer como escamas sobre la superficie del sombrero. En algunos casos, estos fragmentos se presentan como membranas parciales adheridas al pie o al píleo (Arenas, 2014).

1.2.1.3. Clasificación de los hongos

Según Peterson y Laessoe (2013), los hongos se pueden organizar en diferentes categorías taxonómicas, dentro de las cuales destacan los phyla **Ascomycota** y **Basidiomycota**. Montenegro y Stuardo (2021), en cambio, proponen una clasificación práctica en dos grandes grupos:

- **Microhongos o “hongos inferiores”**, que no son visibles a simple vista y abarcan a organismos como las levaduras, *Penicillium* y distintos tipos de mohos.
- **Macrohongos o “hongos superiores”**, que desarrollan cuerpos fructíferos evidentes y con estructuras morfológicas más complejas. Dentro de ellos se encuentran formas acampanadas como *Mycena haematopus*, cupuliformes como *Sowerbylla rhenana* o convexas como las especies del género *Suillus*.

Los macrohongos, el carpóforo presenta diferentes partes bien diferenciadas como;

- El **sombrero o píleo** está recubierto por una cutícula cuya coloración y textura varían según la etapa de desarrollo del hongo y las condiciones ambientales. En ocasiones presenta estrías o manchas, y su función esencial es resguardar las estructuras reproductivas.
- El **himenio**, tejido responsable de la reproducción, donde se desarrollan los ascos o basidios encargados de la producción de esporas; su aspecto difiere entre especies.
- El **pie o estípite** sostiene al píleo y puede ser central o excéntrico, corto o alargado, con formas que oscilan entre cilíndricas y globosas, mostrando generalmente la misma consistencia que el sombrero.

- El **anillo**, derivado de un velo parcial, corresponde a los restos de una membrana juvenil que permanece en el estípite con apariencia de collar.
- El **velo universal** envuelve al hongo en sus fases iniciales; al romperse para dar paso al crecimiento del píleo, desaparece o deja restos en la base del estípite conocidos como volva.

Figura 1

Partes del hongo comestible (Suillus luteus)



1.2.1.4. Ciclo de vida de los macromicetos

La reproducción en los hongos se entiende como el proceso mediante el cual se originan nuevos individuos que conservan las características propias de la especie. Este fenómeno puede presentarse de dos maneras: de forma asexual o sexual. La modalidad asexual se lleva a cabo sin la intervención de gametos, órganos reproductores ni fusión nuclear (Alexopoulos & Mims, 1985; Guillen et al., 2004), y constituye el mecanismo más eficiente para la dispersión de la especie, ya que permite la producción de una gran cantidad de propágulos en repetidas ocasiones a lo largo del año. En contraste, la reproducción sexual es menos frecuente y suele presentarse con ciclos mucho más espaciados, en algunos casos una vez por año o incluso cada

varios años (Alexopoulos & Mims, 1985; Lodge et al., 2004), lo que le otorga un papel más restringido dentro de la dinámica poblacional de los hongos.

En lo que respecta a la reproducción sexual, esta comienza cuando dos núcleos compatibles entran en contacto y se fusionan de manera progresiva. El proceso suele describirse en tres etapas sucesivas: primero ocurre la plasmogamia, en la que dos núcleos haploides se reúnen dentro de la misma célula; posteriormente tiene lugar la cariogamia, en la cual ambos núcleos se fusionan formando un núcleo diploide; finalmente se desarrolla la meiosis, que restituye la condición haploide mediante la reducción cromosómica y asegura la variabilidad genética en la descendencia (Alexopoulos & Mims, 1985). De esta forma, mientras la reproducción asexual garantiza la rápida propagación de la especie, la sexual contribuye a la diversidad genética y a la capacidad de adaptación frente a cambios en el ambiente.

La reproducción del *Suillus luteus* (hongo de pino) es principalmente sexual, basada en la producción y dispersión de esporas microscópicas. Como hongo formador de micorrizas, su ciclo de vida depende de asociarse simbióticamente con las raíces de los pinos, estableciendo una red subterránea que permite el crecimiento de la seta visible (esporocarpo) para su cosecha.

1.2.1.5. Hábitat y nutrición

Hábitat. – Los hongos se encuentran en una amplia diversidad de ambientes: desde suelos fértiles hasta cuerpos de agua dulce y marina, e incluso en el aire, donde sus esporas circulan de manera abundante. Su desarrollo depende tanto de materia orgánica viva como muerta, de la cual obtienen los nutrientes necesarios a través de tres estrategias fundamentales. Gracias a ello, cumplen un rol crucial en el equilibrio de los ecosistemas, pues junto con las bacterias conforman el grupo de descomponedores, indispensables en los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y azufre (Sánchez & Royse, 2001).

Nutrición. – El crecimiento de los hongos está íntimamente ligado al sustrato en el que se desarrollan, del cual obtienen todos los elementos y compuestos esenciales, con excepción del oxígeno molecular y pequeñas fracciones de dióxido de carbono presentes en el entorno. Este intercambio se encuentra regulado por la membrana celular, estructura que actúa como filtro y barrera selectiva: controla qué sustancias ingresan y salen de la célula, permitiendo la síntesis de compuestos estructurales y el abastecimiento energético para sus procesos metabólicos (Sánchez et al., 2000, p. 178, citado en Estrada & Ramírez, 2019).

1.2.1.6. Los hongos saprofitos

A la materia orgánica existente en el ecosistema lo descomponen, por tal motivo se les denomina que son las grandes recicladoras. Ejemplo el gorgojo es un hongo que descompone la madera de árboles viejos de pino, ulmo, tino, entre otros. (Montenegro & Stuardo, Biblioteca Digital Instituto Forestal, 2021).

1.2.1.7. Los hongos parásitos

Son organismos que viven en el interior de otros seres vivos como hospederos, haciéndoles daños. Ej. *Phytophthora*, *Pythium* y *Rhizoctonia*, así como hongos de los géneros *Sclerotinia* y *Fusarium*, y han coevolucionado hace miles de años (Montenegro & Stuardo, Biblioteca Digital Instituto Forestal, 2021).

1.2.1.8. Los hongos simbiotes

La dependencia mutua entre organismos se manifiesta en las micorrizas, asociaciones simbióticas que se presentan en angiospermas, gimnospermas, pteridofitas y ciertos briofitos. En esta interacción, el hongo incrementa la capacidad de la planta para absorber (agua, P, N y nutrientes) del suelo que, de otro modo, resultarían inaccesibles. Aunque se producen modificaciones estructurales en las raíces, el hospedero no sufre daños importantes, salvo mínimas áreas de necrosis (Isaac, 1992, citado en Garcés de Granada et al., 2003).

Dichos hongos requieren vincularse con raíces de plantas vasculares para completar su ciclo biológico, formando estructuras especializadas que facilitan el intercambio de nutrientes. Así, las micorrizas se entienden como asociaciones simbióticas entre raíces vegetales y micelio fúngico, cuya primera descripción corresponde a Frank en 1885 (citado en Cuesta).

1.2.1.9. Tipos de micorrizas

Ectomicorrizas. Las micorrizas se presentan asociados a las plantas superiores, específicamente muy comunes del hemisferio norte del planeta, haciendo micorrizas con gimnospermas, muchas de ellas en las familias *Pinaceae* (pinos), *Fagaceae*, *Betulaceae* y *Myrtaceae* (Garcés de Granada, y otros, 2003).

Endomicorrizas. Son asociaciones también denominadas endomicorrizas que son estructuralmente muy diversos, en este caso las hifas del hongo penetran en las células corticales de las raíces de la planta hospedera formando relaciones muy estrechas. Algunas veces redes de micelio se pueden presentar o no. Una de las endomicorrizas que están más

ampliamente representadas en todos los ecosistemas del mundo son las micorrizas vesícula - arbusculares.

1.2.1.10. Hongos silvestres comestibles

De acuerdo con la FAO (1999), los hongos forman parte de los productos forestales no maderables, definidos como recursos biológicos distintos de la madera provenientes de áreas boscosas y arboladas (Barroetaveña, Toledo & Rajchenberg, 2016).

La inoculación de especies comestibles micorrícicas en árboles, o de lignívoras en madera caída, permite incrementar la disponibilidad del recurso y regular su distribución. Para ello, resultan esenciales las técnicas de inoculación, la regulación de densidad de la plantación, así como prácticas de riego que prolonguen la fructificación; sin embargo, los resultados dependen de la especie involucrada. Una densidad elevada de árboles puede restringir la producción por la acumulación de hojarasca y la menor infiltración de agua, mientras que densidades muy bajas, en ambientes con escasa lluvia o vientos intensos, también reducen la fructificación (Barroetaveña, Toledo & Rajchenberg, 2016).

En contraste, los hongos silvestres crecen espontáneamente en ambientes naturales y no son susceptibles de cultivo comercial masivo, aunque han adquirido gran relevancia gastronómica en países desarrollados. Entre los más recolectados destacan *Suillus luteus*, *Boletus granulatus*, *Lactarius deliciosus* y *Morchella* sp., especies con alta demanda por su valor nutricional (Chung, 2005). (Tabla 1).

Tabla 1

Propiedades físico-químicas de los hongos comestibles de diferentes especies.

Especie	Propiedades físico-químicas			
	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Cenizas
<i>Suillus luteus</i>	20.32	3.66	56.58	6.10
<i>Boletus granulatus</i>	14.02	2.04	70.39	6.12
<i>Lactarius deliciosus</i>	27.42	6.72	27.60	5.92
<i>Morchella conica</i>	35.00	2.38	47.00	9.42 - 10.70

Fuente: FAO (1993) citado por (Chung, 2005)

1.2.2. Variables climáticas que influyen en el crecimiento de los hongos

El crecimiento de los hongos se encuentra regulado por diversos factores ambientales que condicionan su fisiología y ecología. La **temperatura** determina la velocidad de las reacciones

bioquímicas, aunque la exposición a valores elevados puede desnaturalizar proteínas y ácidos nucleicos de manera irreversible, En consecuencia, la **temperatura y humedad** templada son el ambiente ideal para la fructificación del hongo (Valdebenito & Delard, 2006). El **agua**, expresada en términos de actividad hídrica, resulta imprescindible para la germinación de esporas que generalmente demanda humedades relativas superiores al 70% y para procesos como la absorción de nutrientes, la morfogénesis, la ramificación hifal o la esporulación. Su disponibilidad también modula la concentración de nutrientes y compuestos tóxicos, y posibilita la supervivencia en medios con bajo oxígeno, aun cuando los hongos son aerobios obligados. En cuanto al **pH**, los hongos prosperan principalmente en ambientes ácidos, con un rango óptimo de fructificación entre 4 y 6 (Sánchez et al., 2000). Respecto al **oxígeno**, mantienen un metabolismo aerobio, pero el exceso de oxígeno puro restringe su crecimiento (Guzmán, 1990). La **luz visible**, especialmente la longitud de onda color azul, regula procesos de germinación, orientación del crecimiento y síntesis de pigmentos como el β -caroteno, además de intervenir en la formación de estructuras reproductivas (Corrochano, 2014). Finalmente, el **dióxido de carbono (CO₂)** participa en el dimorfismo, induciendo cambios entre formas miceliales e individuales de levadura según las condiciones ambientales, en particular la temperatura (Guzmán, 1990).

1.2.3. Propiedades físico-químicas del suelo.

La **materia Orgánica** los porcentajes de materia orgánica encontrados, son indicadores de la fertilidad del suelo. La materia orgánica es vital, ya que mejora la estructura del suelo, su retención de agua y su capacidad de intercambio catiónico. Un contenido elevado de materia orgánica favorece el desarrollo de microorganismos beneficiosos, incluidas las micorrizas, que son esenciales para el crecimiento saludable de los pinos.

Profundidad propiedad que deriva el volumen de suelo, en donde las raíces de las plantas tienden a anclarse para obtener agua y nutrimentos, y está limitada por la presencia de roca dura.

La **textura** presencia de las partículas (arena, limo y arcilla) del suelo. Un suelo con mayor cantidad de arenas es un suelo de textura gruesa, tiene poca capacidad de retención de agua y nutrimentos para las plantas, así como una elevada lixiviación y volatilización de nitrógeno; mientras que un suelo de textura fina y presenta alta capacidad de retención de agua y nutrimentos, sin embargo, es susceptible a la compactación por labranza (López y Estrada, 2015).

La **porosidad** es el porcentaje del volumen del suelo ocupado por agua, nutrimentos, aire y gases que pueden circular o almacenarse. Esta propiedad puede modificar la capacidad de retención de agua, que afecta la tasa de transpiración y fotosíntesis en las plantas.

La **temperatura** del suelo depende del calor que absorbe con relación a las pérdidas de humedad a través de la radiación y la evapotranspiración de la planta. La cantidad de calor en el suelo depende del clima, el color del suelo, la altitud y la cantidad de vegetación presente (López y Estrada, 2015).

La **densidad aparente** integra el volumen de las partículas sólidas y de los poros, funcionando como un indicador indirecto de la estructura y grado de compactación del suelo. Un incremento en este parámetro suele relacionarse con mayor conductividad térmica y con restricciones al desarrollo radicular, además de influir en la infiltración y, por ende, en los procesos erosivos (Miralles, 2006). La densidad aparente permite monitorear la compactación del suelo ya que a mayor DA existirá mayor compactación, limitando el crecimiento y desarrollo radical del cultivo. Por otro lado, la densidad real es un indicador de la composición mineral del suelo, así como del contenido de materia orgánica, ya que a mayor contenido de materia orgánica menor valor tendrá la DR (López y Estrada, 2015)

El **pH del suelo** constituye una variable clave de calidad edáfica al reflejar la acidez o alcalinidad del sustrato y su relación con otros atributos químicos. Este parámetro depende principalmente de la concentración de sales de calcio y sodio, así como de los iones H^+ y Al^{3+} . Valores inferiores a 5 generan deficiencias de macro y micronutrientes como nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y boro, mientras que niveles superiores a 6 afectan la disponibilidad de fósforo, hierro, zinc, manganeso y cobre (Abad, 1993; Smith & Doran, 1996). El pH también puede fluctuar según las prácticas agrícolas, el horizonte edáfico, la estación, el tipo y cantidad de materia orgánica, el uso de fertilizantes, la actividad biológica y los métodos de muestreo. Su corrección se logra con cal para aumentar la alcalinidad o con yeso para inducir acidez (Céspedes, 2012).

El **nitrógeno** el nitrógeno es un componente importante de muchos compuestos estructurales, genéticos y metabólicos esenciales en las células vegetales. También es un componente elemental de numerosos compuestos orgánicos importantes, como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, enzimas y la molécula de clorofila. Las raíces de las plantas absorben el nitrógeno en sus formas inorgánicas: iones nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). Una

vez dentro de la planta, el NO₃ se reduce a NH₂ y se asimila para formar compuestos orgánicos (Fertilizers, 2025).

El **fósforo** resulta indispensable en el crecimiento vegetal debido a su función en el almacenamiento y transferencia de energía. Su deficiencia limita el desarrollo de forrajes y la formación de semillas, etapas donde se requieren mayores cantidades. Este elemento se acumula en tejidos jóvenes y en reservas de pectina en las semillas, desde donde se libera durante la germinación. Aunque el fósforo presenta movilidad en el suelo, las plantas lo absorben desde sus fases iniciales (Rodríguez et al., 2000).

El **potasio** participa en múltiples procesos fisiológicos, destacando su papel en el balance hídrico, la reducción de nitratos, la regulación de la transpiración y la respuesta a condiciones de sequía. También promueve la síntesis de proteínas, carbohidratos y almidones, al tiempo que fortalece la resistencia vegetal frente a patógenos, bajas temperaturas y salinidad (Calla, 2012).

Conductividad Eléctrica (C.E. mmhos/cm): Este parámetro indica la salinidad del suelo. Una conductividad eléctrica adecuada asegura un buen equilibrio de nutrientes y previene el estrés hídrico en las plantas.

Calcio importante para la formación de paredes celulares y la regulación de otros nutrientes, el calcio también contribuye a la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.

El **hierro** micronutriente es esencial para la fotosíntesis y el crecimiento vegetal. Un análisis de hierro permite identificar deficiencias que pueden afectar la salud de las plantas.

El **magnesio** importante para la formación de clorofila, el magnesio es vital para el proceso de fotosíntesis. Su análisis ayuda a determinar la capacidad del suelo para soportar el crecimiento de los pinos.

1.2.4. Morfología de *Suillus luteus* (L.) Gray

El hongo de pino (*Suillus luteus*), su estructura es compuesta por un píleo que mide 3 a 18 cm de diámetro y el estipe de 7 a 12 cm por 1 a 2 cm de ancho, en la etapa juvenil es de color marrón rojizo, viscoso y baboso, su forma es convexa y algo mamelonada, los poros son de color crema, tomándose color amarillo ocráceo, y al envejecer cambian color más amarillento crema. La parte visible del hongo que se cosecha se llama carpóforo o cuerpo fructífero. El estípote es de color crema amarillenta desde el anillo hacia arriba y el color café rojizo, jaspeado, debajo de él. El anillo es membranoso, de color blanco cuando es joven, quedando de color café

y adherido al pie al madurar, la carne es de color carne amarillenta, y la espora es de color pardo (Nascimento, 2007)

La posición taxonómica oficial del género *Suillus* (y su especie tipo *Suillus luteus*). Estructurada de acuerdo con bases de datos micológicas de referencia global como (Index Fungorum y Species Fungorum, 2026), es la siguiente.

Reino: Fungi

División: Basidiomycota

Clase: Agaricomycetes

Orden: Boletales

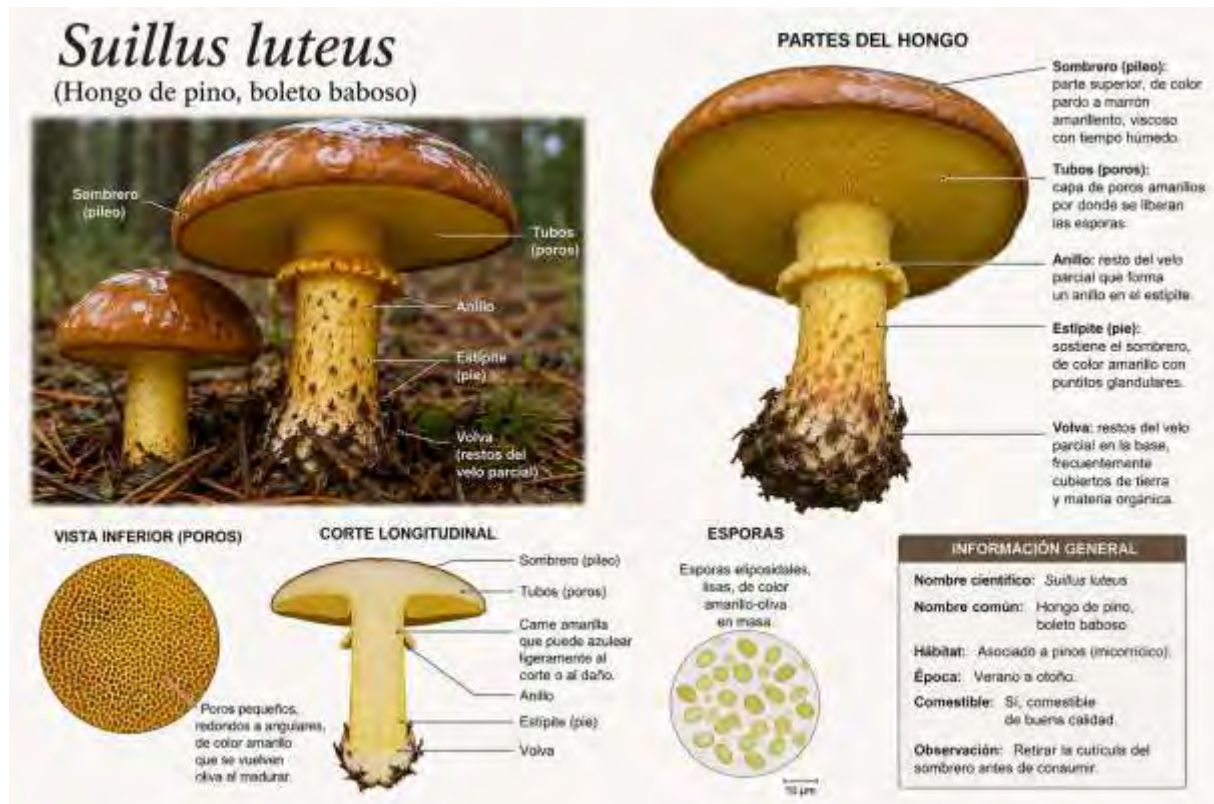
Familia: Suillaceae

Género: *Suillus* Gray

Especie: *Suillus luteus* (L.) Roussel

Figura 2

Grafica ilustrativa del hongo comestible (*Suillus luteus*)



1.2.4.1. Notas evolutivas y de clasificación

Históricamente, tanto el género *Suillus* como su especie *Suillus luteus* estaban incluidos dentro de la familia *Boletaceae* debido a su estructura de tubos y poros bajo el sombrero. Sin embargo, análisis genéticos modernos de ADN obligaron a separarlos en su propia familia dedicada (*Suillaceae*), demostrando que están más emparentados filogenéticamente con hongos del orden *Gomphidiales* o géneros como *Rhizopogon* que con los boletos verdaderos como (*Boletus edulis*) (Xiaofei Shi , Shiru Zhang , Gregory M. Mueller , Peigui Liu , Fuqiang Yu , Indunil C. Senanayake, 2025).

1.2.4.2. Valor nutricional de *Suillus luteus*.

Los hongos silvestres comestibles poseen un valor nutricional superior al de otras especies cultivadas ejemplo; proteína 25.38%, carbohidratos de 47.56%, grasas 9.58%, humedad 11.61%, ceniza 4.95% y al final fibra cruda de 20.41% es importante en la alimentación por poseer alto contenido proteico, macronutriente indispensable para la formación de tejidos; y por su alto contenido de fibra cruda es ideal para pacientes con obesidad y diabetes (Alcantara, 2019)

1.2.5. Plantaciones de pinos

1.2.5.1. Genero *Pinus*

Los pinos pertenecen a la familia ***Pinaceae*** y comprenden árboles que pueden superar los 30 metros de altura. Presentan una copa generalmente cónica, con troncos rectos, cilíndricos y de corteza gruesa. Sus hojas son aciculares y se disponen en grupos. Los conos masculinos, de forma subcilíndrica, se agrupan en la parte terminal de las ramillas y poseen escamas polínicas redondeadas con márgenes dentados. Las piñas, por lo general solitarias o dispuestas en verticilos, son aovadas y cuentan con escamas provistas de un escudete brillante, de forma romboidal o pentagonal, y de superficie convexa (Guía de Árboles y Arbustos de los Bosques, 2024).

1.2.5.2. *Pinus radiata* D. Don.

Su importancia radica tanto en el aprovechamiento de su madera como en su aporte económico a las comunidades que la cultivan. Asimismo, desempeña un papel relevante en la regulación de los ciclos de carbono, agua y nutrientes, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental (FAO & PNUMA, 2020). Sin embargo, su establecimiento, desarrollo y supervivencia dependen en gran medida de la asociación simbiótica con hongos

ectomicorrícicos, cuya ausencia puede comprometer seriamente el éxito de las plantaciones (Barragán-Soriano et al., 2018; Lofgren et al., 2018; Ning et al., 2019).

Posición taxonómica de la especie ***Pinus Radiata*** D. Don, 1836.

Reino: *Plantae*

Clase: *Coniferae*

Orden: *Pinales*

Familia: *Pinaceae*

Género: *Pinus*

Especie: *Pinus radiata* D. Don

1.2.6. Biomasa

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz, del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros).” (PNUMA, 2004).

Es la cantidad total de materia orgánica (viva o muerta) presente en un organismo o en un ecosistema, en este caso, la cantidad de cuerpos carpóforos deshidratado el cual se puede medir en un área determinada. Es una medida estática que refleja la masa acumulada en un momento específico.

1.2.7. Productividad

Se refiere a la tasa de generación de biomasa en un determinado período de tiempo. Es una medida dinámica que indica cuánta biomasa (materia) se produce por unidad de área en un intervalo de tiempo específico. En el caso de los hongos, la productividad indicaría la tasa a la que se generan nuevos cuerpos fructíferos o estructuras de los hongos en las plantaciones.

CAPÍTULO II

AREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN

2.1.1. Ubicación política y geográfica

La comunidad de Patapallpa está ubicada políticamente en:

Región : Cusco
Provincia : Quispicanchi
Distrito : Ocongate
Comunidad : Patapallpa parte Alta

Geográficamente el distrito de Ocongate está ubicado entre las coordenadas UTM WGS 84, Zona 19L, Este 241599.29 y Norte 8492252.15 a una altitud de 3540 m. (capital de Ocongate). El territorio del distrito de Ocongate se encuentra ocupada por 13 Comunidades Campesinas, que ocupan 797.4381 Km², reconocidas mediante Resolución de la Dirección Regional de Agricultura – DRAC y debidamente inscrita en Registros Públicos.

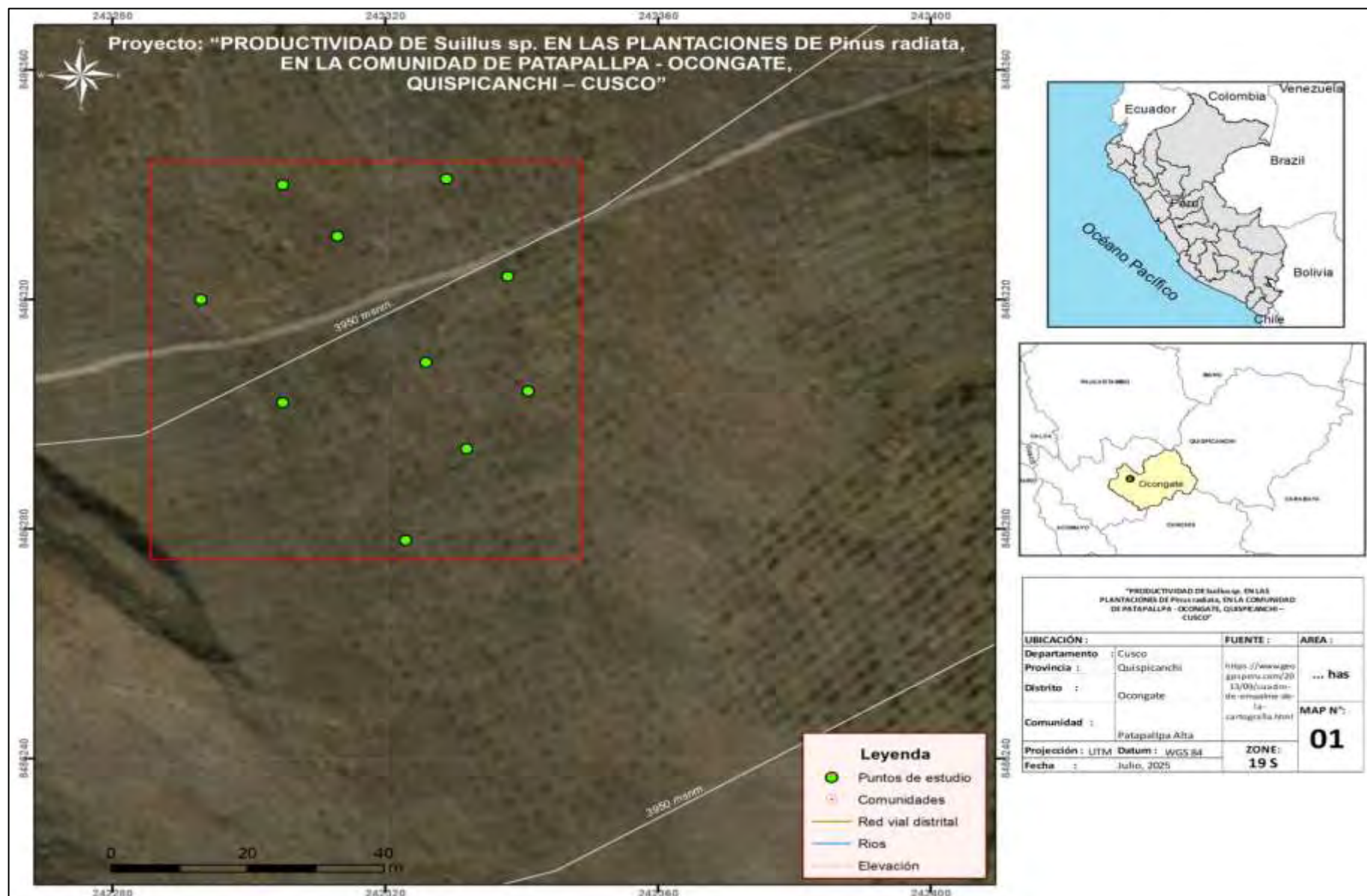
Figura 3

Imagen satelital de la plantación de pinos de la comunidad de Patapallpa.



Figura 4

Mapa de localización del área de estudio y de la plantación de pino.



2.2. ACCESIBILIDAD

El acceso es a través de la vía terrestre (panamericana) de Cusco a Urcos, posterior a ello de Urcos a Ocongate es por la carretera interoceánica, con un total de recorrido aproximado de 152 km de Cusco a Ocongate y un tiempo aproximado de viaje de 2.30 a 3 horas. El acceso al lugar del estudio se parte de la plaza de armas de Ocongate, mediante una trocha carrozable con una duración de 40', la comunidad de Patapallpa parte Alta está ubicado con las siguientes coordenadas 241300.61 m E, 8486183.89 m S 3920 m., y con una altitud 3920 m.

2.3. COMPONENTE FÍSICO

2.3.1. Fisiografía y Geomorfología

Ocongate se localiza en la cordillera Oriental de los Andes y está conformada por una cadena montañosa constituida por formaciones que superan los 300 m s. n. b. (metros sobre nivel de base), que se caracterizan por presentar una topografía empinada (>15 %) en sus laderas y valles. Estas superficies se distribuyen en un ambiente cálido a templado entre 200 a 3000 m s. n. m., con temperaturas entre 12 a 24 °C y una precipitación que varía de 2000 a 4000 mm.

2.3.2. Hidrología

Los orígenes del río Mapacho se localizan en los deshielos de la cordillera del Ausangate, Ccoylloriti y Ccolque Cruz, así como en las lagunas de Hampatune —situadas en las cercanías del abra de Hualla Hualla y de Singrenacocha— y en las quebradas de Quehuesere y Yanacancha. Su curso inicial recibe el nombre de río Tinquimayo, producto de la confluencia de los ríos Singrena y Yanacancha. Posteriormente, al unirse con los afluentes Laramarca mayo y Palccamayo, adopta la denominación de río Mapacho. Este río fluye en dirección sureste a noroeste, hasta desembocar en el río Alto Urubamba, donde pasa a ser conocido como río Yavero (Municipalidad Distrital de Ocongate, 2021).

2.3.3. Geología

Formación Ccatca (Ds-Ca) – Devónico (>358,9 Ma). Mendivil (1978) designó con este nombre a una secuencia compuesta principalmente por areniscas y limolitas, que aflora de manera continua y prominente en la zona nororiental del cuadrángulo de Cusco, específicamente al este de la localidad de Ccatca. Esta formación presenta una amplia extensión hacia los cuadrángulos adyacentes de Calca, Ocongate y Pillcopata. Aunque su espesor exacto

no ha sido determinado, se estima que supera los 1000 metros (MINAM+CAF, Municipalidad Provincial de Quispicanchi, 2018).

2.4. COMPONENTE CLIMÁTICO

2.4.1. Clima

El clima de la zona corresponde al tipo lluvioso y frío con estación seca en otoño e invierno, clasificado como B(o, i)C'. Este régimen climático se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales con máximas que oscilan entre 9 °C y 19 °C, mientras que las mínimas fluctúan entre -3 °C y 3 °C. En cuanto a la precipitación, los valores anuales se sitúan aproximadamente entre 500 mm y 1200 mm. Las lluvias alcanzan su mayor intensidad durante el periodo comprendido entre diciembre y marzo, en contraste con una marcada estación seca que se extiende principalmente de mayo a julio (SENAMHI, 2020).

2.5. COMPONENTE BIOLOGICO

2.5.1. Tipo de cobertura vegetal

Corresponde al tipo de cobertura vegetal, pajonal andino (Pj) de las altitudes de 3,800 hasta 4,800 con la mayor predominancia de *Stipa* (Ministerio del Ambiente, 2015)

2.5.2. Tipo de ecosistema

El área de estudio corresponde a la región andina, ecosistema pajonal puna húmeda (Pjph).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Material Biológico

- Muestras frescas del hongo.
- Muestras secas del hongo.
- Muestra de suelo

3.1.2. Equipos e insumos

- Termómetro ambiental
- Termómetro de suelo
- Medidor de humedad de suelo
- Balanza electrónica digital
- GPS Garmin
- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica
- Bolsas kraft
- Bolsas ziploc
- Jabas de plástico
- Cuchillo de acero
- Poncho de jebe
- Botas de jebe
- Linterna
- Metro
- Cinta métrica
- Secadero solar implementado (Invernadero a base plástico agro fil, malla de pescar y palo)

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Tipo de investigación.

Aplicada, con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo–correlacional, ya que tiene como objetivo determinar la biomasa y la productividad de *Suillus luteus* en plantaciones

de *Pinus radiata* ubicada en la comunidad de Patapallpa, así como su relación con factores ambientales y propiedades del suelo. El estudio incorpora tanto enfoques cuantitativos, como la medición de la biomasa fúngica, las propiedades físico-químicas del suelo y las condiciones ambientales.

3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo y correlacional, ya que en campo se observaron la fructificación de carpóforos en diferentes parcelas estudiadas, posteriormente se describió y se correlaciono con los variables climáticas.

3.2.3. Diseño de investigación

No experimental observacional del tipo longitudinal ya que el estudio se llevó durante el periodo lluvioso (enero – abril) del año 2024, este enfoque longitudinal permite captar la dinámica temporal de la productividad y los variables climáticas, lo que enriquece la comprensión del fenómeno estudiado.

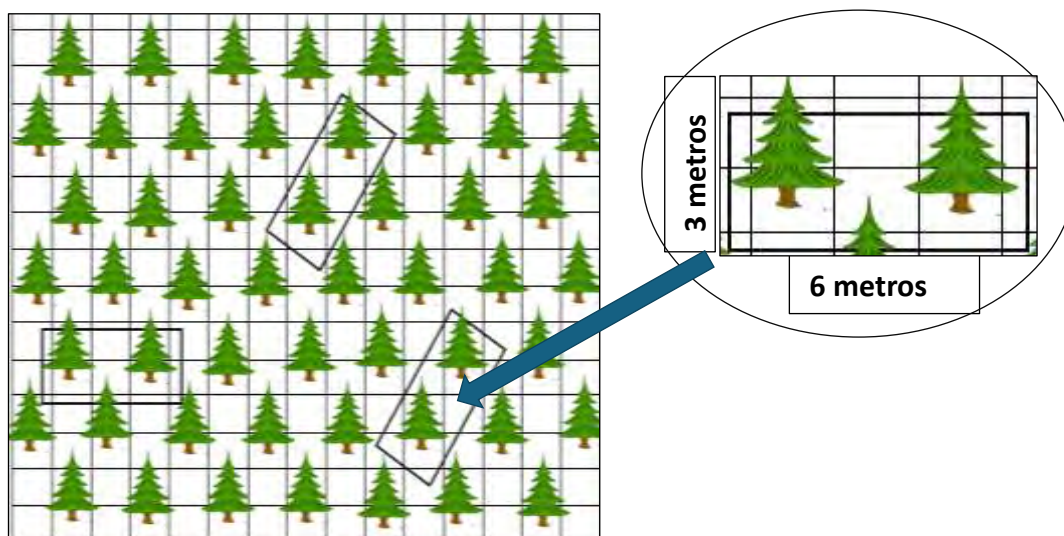
3.2.4. Métodos y fundamentos

3.2.4.1. Instalación de parcelas

La plantación de pino en la comunidad de Patapallpa son de propiedad privada y comunal. En este caso, se priorizó la plantación privada debido a su mayor uniformidad y accesibilidad. La plantación tiene 1 hectárea de área total, que corresponde a 10 años de edad, donde se instalaron 10 parcelas permanentes de 3 x 6 metros, conteniendo dos árboles de pinos dentro de cada parcela. Los árboles en cada parcela están espaciados a 3 metros de distancia, ya que en el momento de la plantación se aplicó el método de tres bolillos. El muestreo de las parcelas se realizó de forma aleatoria, garantizando que todos los árboles tuvieran las mismas posibilidades de ser seleccionadas (Fig. 5).

Figura 5

Método de la plantación de pinos de tresbolillo. Representación esquemática de muestreo al azar de parcelas dentro de las plantaciones.



Debido a que es un sistema manejado, la estructura y composición de la comunidad vegetal dentro de las plantaciones de pino son homogéneas, existiendo una extensión de la plantación limitada dependiente al tamaño del terreno del agricultor. Considerando estas características, el tamaño de muestra es representativo para el sistema de estudio.

La ubicación del área específica de estudio se encuentra en la comunidad de Patapallpa con las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 2).

Tabla 2

Coordenadas de ubicación de las parcelas estudiadas en la plantación de pino.

Parcela	Coordenada Este (m E)	Coordenada Norte (m N)	Altitud	Área de estudio
1	242323	8486278	3985	18 m2
2	242332	8486294	3980	18 m2
3	242326	8486309	3994	18 m2
4	242341	84866304	3998	18 m2
5	242338	8486324	3992	18 m2
6	242305	8486302	3997	18 m2
7	242293	8486320	4000	18 m2

8	242305	8486340	4016	18 m2
9	242313	8486331	4009	18 m2
10	242329	8486341	4003	18 m2
				180 m2

3.2.4.2. Biomasa de *Suillus luteus*.

- **Selección de carpóforos en las parcelas**

Para la evaluación de la productividad de *Suillus luteus* en las parcelas seleccionadas de la plantación de pinos, se contabilizaron y cosecharon los cuerpos fructíferos (carpóforos) cada 7 días durante los primeros dos meses y los siguientes meses a cada 15 días. La variación en tiempo de colecta en los últimos dos meses se realizó para evitar esfuerzo innecesario en cortos periodos de tiempo, considerando la experiencia en campo realizando en los primeros meses. Esto es debido a que el completo desarrollo del carpóforo de los hongos ocurría en aproximadamente dos semanas. En cada evento de cosecha; se recolectaron todos los carpóforos encontrados en cada parcela para cuantificarlos tanto en número como en peso. Para la colecta se tuvo las siguientes consideraciones:

- Madurez óptima. - El sombrero del hongo debe estar casi completamente abierto, y su coloración debe ser café-amarillenta.
- Diámetro. - No se deben recolectar los hongos muy pequeños (menor a 5cm de diámetro) o aquellos que no han abierto completamente su sombrero, ya que no han alcanzado su madurez óptima y, por lo tanto, no han esporulado, un proceso crucial para la regeneración futura.
- Humedad. - El carpóforo no debe ser de apariencia oscura el cual es indicador de sobre madurez el cual contiene bastante agua, este carpóforo tardará en deshidratarse y además se obtendrá hongos secos del color oscuro o negro.

- **Recolección de carpóforos**

Una vez definidos los parámetros para la recolección, se procedió a colectar los carpóforos frescos en condiciones óptimas utilizando guantes de nitrilo para evitar la contaminación de los carpóforos. Se corto el pie de carpóforo a la altura del anillo, utilizando una navaja de acero inoxidable, para posteriormente colocarlos

cuidadosamente en bolsas de papel kraft para luego ser transportadas en jabas de plástico. (Fig. 6)

Figura 6

Fotografía de recolección de cuerpos carpóforos.



- **Deshidratado**

Después de la recolección, los carpóforos fueron trasladados al secadero para su deshidratación y procesamiento de muestra, siguiendo medidas de cuidado para mantener su frescura y calidad durante el transporte.

Para el proceso de deshidratado, se construyó un secadero solar artesanal de 8 x 5 metros, utilizando plástico agrofil para cubrir la parte superior (Fig. 7). Una vez recolectadas las muestras frescas de carpóforos, se procedió a medir el diámetro del sombrero y pesar cada uno utilizando una balanza digital (Fig. 8). Posteriormente, los carpóforos se colocaron cuidadosamente en las camas del secadero para iniciar el proceso de deshidratación (Fig. 9).

Figura 7

Construcción de secadero solar de 8x5 metros para el deshidratado de cuerpos carpóforos.



Este proceso se realizó con bastante cuidado para no maltratarlo a los carpóforos frescos y a la vez colocar de manera ordenada para obtener hongos secos amarillos. Finalmente, los hongos deshidratados después de 7 días a más se pesaron nuevamente, obteniendo así el peso seco de los carpóforos.

Figura 8

Fotografía del registro de diámetro y pesado del cuerpo carpóforo fresco.



Figura 9

Cuerpos carpóforos frescos colocados en orden por parcelas para su deshidratado.



- **Cálculo de la biomasa fúngica**

La biomasa es la cantidad total de materia orgánica presente en los organismos de un área específica en un momento dado. En el contexto de los hongos, la biomasa se refiere al peso seco de los cuerpos fructíferos recolectados en una parcela o área específica. Así, la biomasa por unidad de superficie se halló aplicando la siguiente formula:

$$Biomasa = \frac{Masa\ total}{Area\ de\ la\ parcela}$$

- Masa total = Suma de los pesos secos de todos los hongos recolectados en una parcela medido en (gr).
- Área de la parcela = Superficie de la parcela donde se realizó la colecta, medida en metros cuadrados (m²).

- **Porcentaje del contenido de agua en el carpóforo**

El contenido de agua, o humedad, en un material hace referencia a la cantidad de agua presente en relación con la masa total del mismo. En el caso de los hongos, este

parámetro es especialmente importante, ya que la cantidad de agua puede influir significativamente en sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Determinar el contenido de agua en los hongos es fundamental, ya que afecta no solo su peso y textura, sino también la eficiencia de los procesos de conservación, como la deshidratación. Por este motivo, la medición precisa de la humedad es crucial en estudios de hongos y su procesamiento, asegurando que el producto sea adecuado para su almacenamiento y consumo. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de agua (\%)} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

- Peso húmedo = Peso fresco del hongo.
- Peso seco = Peso del hongo deshidratado.

3.2.4.3. Variables climáticas en la productividad de *Suillus luteus*.

Las variables climáticas como; temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y precipitación anual, se obtuvieron de la estación meteorológica más cercana del distrito de Ccatca, con las coordenadas 13° 36' 35.6" S 71° 33' 36.4" W, con una altitud 3681 m., provincia Quispicanchi, región Cusco. los datos se descargaron desde la fecha 01 de julio 2023 hasta 30 de junio 2024.

3.2.4.4. Propiedades físico-químicas del suelo

Se tomaron muestras de suelo de las plantaciones de pino. Las muestras se recolectaron de la capa superficial del suelo, con una profundidad máxima de 10 cm, ya que las micorrizas suelen encontrarse en esta zona superficial. A 1m fuera de cada parcela se extrajeron 250 gramos de suelo.

Para su posterior análisis, las muestras se homogeneizaron manualmente, utilizando un recipiente de PVC y desmenuzando el suelo completamente. Posteriormente, las muestras secadas al ambiente se enviaron al laboratorio de Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) para realizar el análisis físico-químico, con el fin de evaluar las propiedades del suelo.

En general, el análisis de estos parámetros permite entender mejor las condiciones del suelo en las plantaciones de pino y tomar decisiones informadas para su manejo, optimizando la producción y fomentando un ecosistema saludable para los hongos micorrícicos y las plantas.

3.2.4.5. Análisis del contenido bromatológico de *Suillus luteus*.

Una vez deshidratadas las muestras de hongos de la plantación, se almacenaron en un lugar fresco para evitar cualquier posible contaminación. Posteriormente, se homogenizaron todas las muestras secas recolectadas durante los 4 meses, y se colectó una submuestra de 250 gramos, para su posterior análisis en el laboratorio de Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).

3.2.5. Análisis de datos

a. Correlación lineal

Para determinar las relaciones significativas entre las variables climáticas y la biomasa se aplicará la correlación lineal. Uno de estos parámetros es la *covarianza*, que indica el grado de variación conjunta de dos variables aleatorias (Joaquin Amat, 2016).

$$\text{Covarianza muestral} = \text{Cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N-1}$$

Se evaluarán múltiples modelos de regresión lineal simple y múltiple, considerando combinaciones de las variables climáticas: Amplitud_T, T_media, Precipitación y Humedad relativa. Para cada modelo se calcularán el AIC (Criterio de Información de Akaike), el R^2 y el R^2 ajustado, así como la ecuación correspondiente.

Para poder interpretar correctamente, se debe tener en cuenta:

- AIC (Akaike Information Criterion): Penaliza modelos complejos. El modelo con menor AIC es el más parsimonioso (mejor equilibrio entre ajuste y simplicidad).
- R^2 (Coeficiente de determinación): Proporción de varianza de la biomasa explicada por el modelo.
- R^2 ajustado: Corrige el R^2 según el número de variables. Disminuye si una variable no aporta mejora real.

CAPÍTULO IV

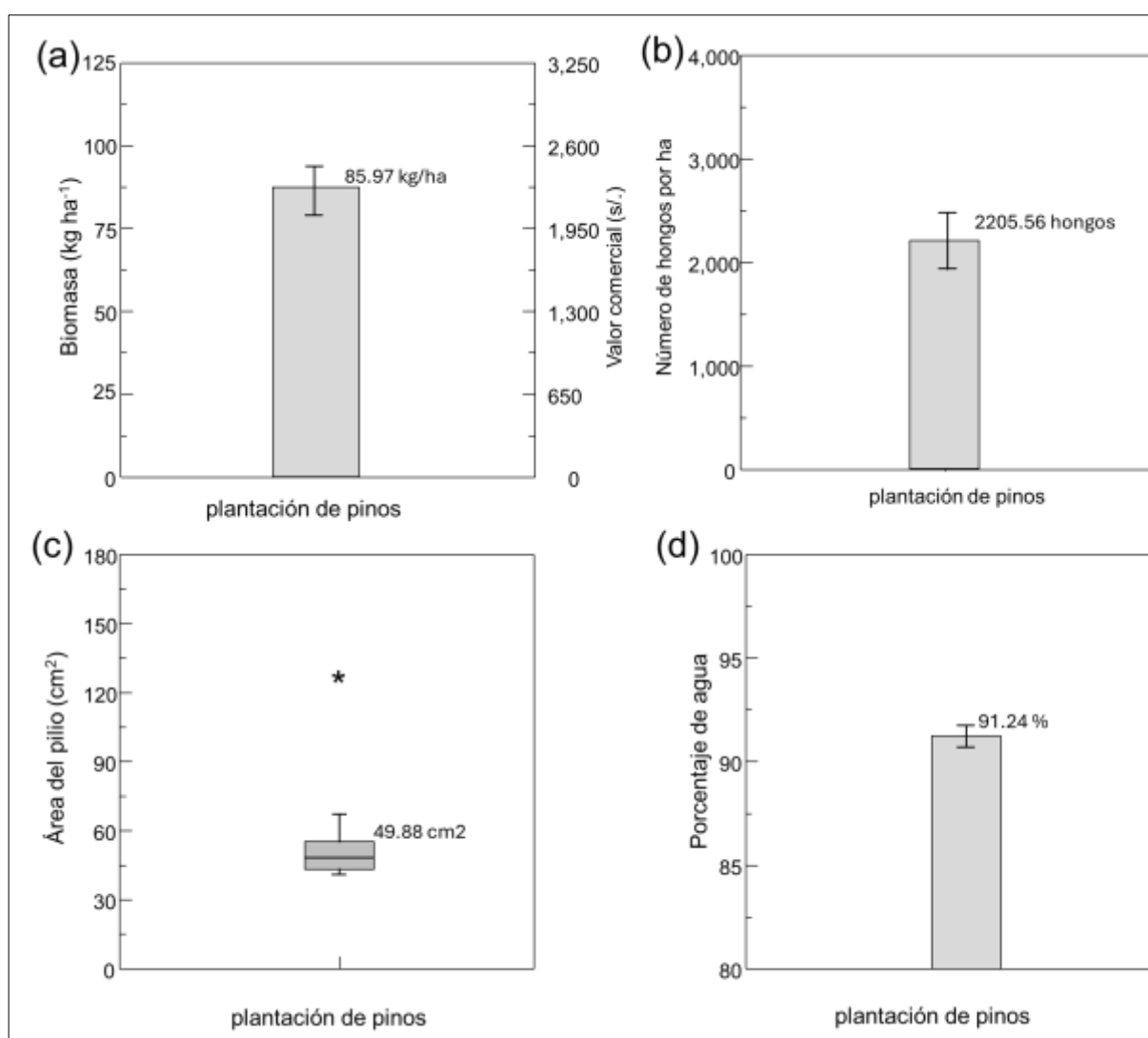
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Características de la biomasa de *Suillus luteus*.

Figura 10

Resultados de la acumulación de biomasa, abundancia, área de pilio y porcentaje de agua.

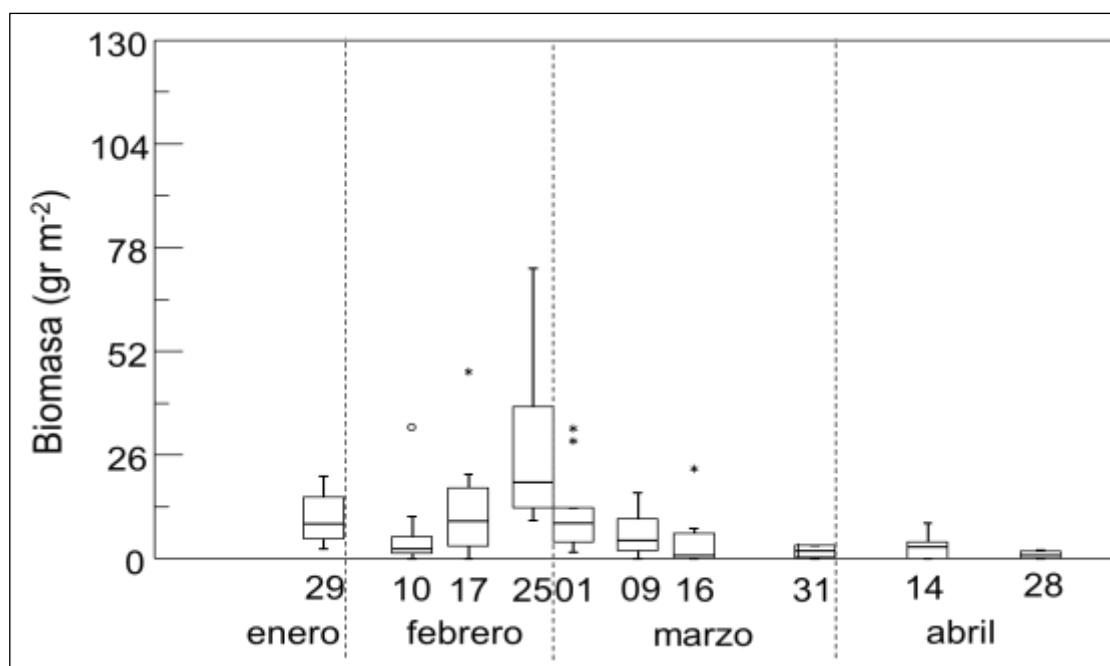


Se encontró que la producción de biomasa de hongos (*Suillus luteus*) dentro de la plantación de pinos fue en promedio 8.60 (± 4.355) gr/m² por cosecha, lo que acumula un total de **85.97 kg/ha** en el periodo de producción evaluada (enero a abril). Extrapolando para el periodo reproductivo (es decir incluyendo los meses que fueron

posibles evaluar (diciembre a abril) la producción alcanza a **144.85 kg/ha**. esta producción equivale a ganancia monetaria de **S/. 2317.6** soles/ha, calculado en función al precio del mercado local a S/.16.00 soles el kg de hongo seco entero con piel (variación del precio del hongo entero con piel entre 14 a 18 soles por kilo) (Fig. 10a).

Figura 11

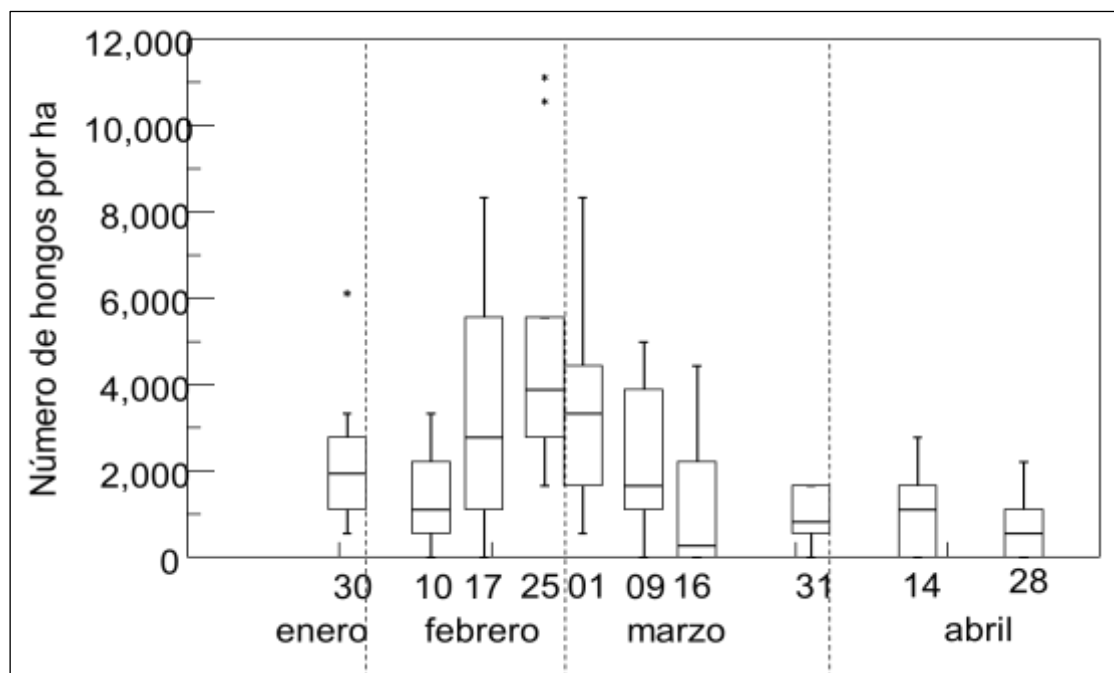
Biomasa acumulada por fechas de la cosecha de cuerpos carpóforos por parcelas.



Con relación a la variación temporal en cuanto a la producción de la biomasa del hongo, en la plantación de pinos la biomasa máxima acumulado fue al final del mes de febrero con **28.54 gr/m²** que corresponde a la cuarta cosecha y el mínimo acumulado fue en la décima cosecha con **0.91 gr/m²** que coincide con el final del periodo lluvioso (estación promedio de la temporada lluvioso diciembre hasta abril) (Fig. 11).

Figura 12

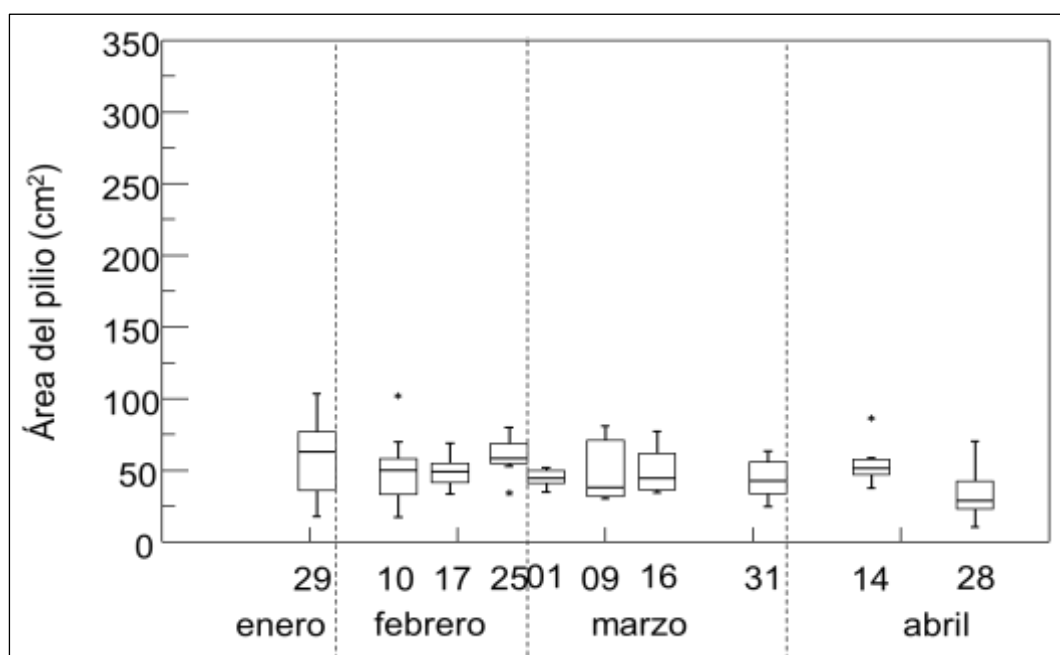
Numero de hongos fructificados por hectáreas (ha) en la plantación de pinos por parcelas.



Como esperado, mayor producción en biomasa fue concordante con la mayor fructificación en cuanto a la cantidad de cuerpos fructíferos desarrollados en la plantación de pinos se evidencia que en la final del mes de febrero hubo mayor cantidad de fructificación con **5056 hongos/ha** y la mínima fructificación de hongos se registró en la última etapa del periodo lluvioso con **833 hongos/ha** que corresponde al final del mes de abril (Fig. 12)

Figura 13

Variación del área del pilio (cm²) de los hongos producidos dentro de la plantación de pinos.



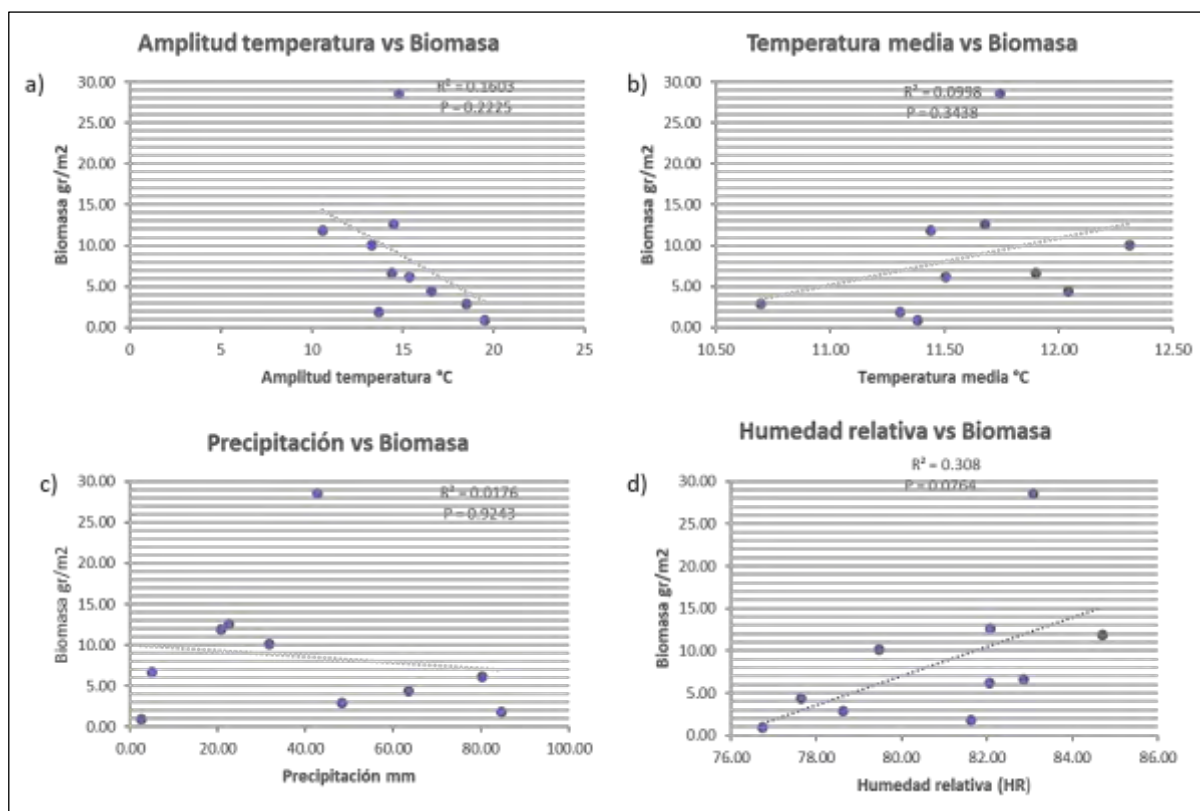
Para el área del pilio en la plantación de pinos se evidencio que en la fecha 29 de enero hubo fructificación hongos de mayor tamaño que corresponde a 63.7cm^2 , mientras que en la fecha 28 de abril hubo fructificación de hongos de menor tamaño que corresponde a un valor de 30.9cm^2 (Fig. 13).

4.1.2. Variables climáticas y la biomasa

4.1.2.1. Correlación entre las variables climáticas y la biomasa

Figura 14

Correlación entre las variables climáticas y la biomasa



Las correlaciones lineales muestran que ninguna de las variables climáticas evaluadas explica de manera sustancial la variación en la biomasa, dado que todos los coeficientes de determinación (R^2) son bajos, oscilando entre 0.1 y 0.3. A pesar de ello, se observan tendencias positivas entre la biomasa y la precipitación (Fig. 14c), así como con la humedad relativa (Fig. 14d), lo cual sugiere que mayores niveles de agua disponible podrían favorecer ligeramente la productividad. Por otro lado, el variable de amplitud térmica presenta pendiente negativa (Fig. 14b), indicando que condiciones más frías o con mayor oscilación térmica diaria tenderían a reducir la biomasa, aunque sin significancia estadística. Estas relaciones, si bien débiles, pueden orientar la

construcción de experimentos con mayor cantidad de repeticiones y controlados (Fig. 14).

Ahora se van a generar una serie de modelos, tomando en cuenta todas las variables y también, quitando algunas variables hasta encontrar el que mejor explica la variable dependiente, sin embargo, para la selección del modelo, se hará uso del criterio de información de akaike (AIC), aquel modelo que presente el menor valor, será seleccionado como el idóneo (Tabla 3).

Tabla 3

Modelos de regresión múltiple para explicar la biomasa

AIC	R ²	R ² _adj	Ecuación
69,50	0,31	0,22	Biomasa = -130,83 + 1,72*Humedad_relativa
70,23	0,39	0,22	Biomasa = -187,42 + 5,21*T_media + 1,68*Humedad_relativa
70,76	0,47	0,21	Biomasa = -372,96 + 1,85*Amplitud_T + 8,72*T_media + 3,12·Humedad_relativa
71,26	0,32	0,13	Biomasa = -129,14 - 0,04*Precipitación + 1,72*Humedad_relativa
71,41	0,31	0,12	Biomasa = -164,90 + 0,43*Amplitud_T + 2,06*Humedad_relativa
70,76	0,47	0,21	Biomasa = -372,96 + 1,85*Amplitud_T + 8,72*T_media - 0,0084*Precipitación+ 3,12*Humedad_relativa

Se evaluaron múltiples modelos de regresión lineal simple y múltiple, considerando combinaciones de las variables climáticas: Amplitud de temperatura, Temperatura media, Precipitación y Humedad relativa. Para cada modelo se calcularon el AIC (Criterio de Información de Akaike), el R² y el R² ajustado, así como la ecuación correspondiente.

El modelo más parsimonioso (AIC más bajo: 69.50) incluye solo una variable:

- **Humedad relativa**

Este modelo tiene un R² de 0.31, lo que indica que el 31% de la variabilidad en la biomasa se explica únicamente por la humedad relativa. El R² ajustado es 0.22, lo cual sigue siendo moderado, pero es el mayor entre todos los modelos evaluados.

La variable que mejor explica la biomasa en este conjunto de datos es Humedad relativa, tanto en forma individual como combinada con otras. Es la única que:

- Permite un modelo simple,
- Tiene un efecto positivo consistente
- Y produce el menor AIC y mayor R^2 ajustado.

En el anexo 11 muestra relaciones entre variables climáticas y la biomasa. Algunas correlaciones son esperadas (como la fuerte correlación negativa entre temperatura mínima y amplitud térmica) y otras revelan asociaciones más interesantes para analizar ecológicamente. Precipitación y la humedad relativa también muestran cierta relación entre sí.

4.1.3. Propiedades físico-químicas del suelo

Tabla 4

Resultados de análisis físico-químico del suelo de la plantación de pinos

Nº	PARAMETROS*	Plantación de pinos
1	Potencial de hidrogeno (pH)	4.82
2	Materia Orgánica %	6.4
3	Nitrógeno (N) %	0.3
4	Fosforo (P) ppm P ₂ O ₅	13.8
5	Potasio (K) ppm K ₂ O	33.2
6	Arena %	64
7	Limo %	31
8	Arcilla %	5
9	Calcio (Ca) ppm	146
10	Magnesio (Mg) ppm	132
11	Hierro (Fe) ppm	110

*ppm: partes por millón

En general, el análisis de las propiedades físico-químicas del suelo presentaron una leve concentración de macronutrientes. Así se tienen los resultados de análisis químico del suelo para la plantación; pH es de 4.82, nitrógeno 0.3 %, fósforo 13.8 ppm, potasio 33.2 ppm, calcio 146 ppm y magnesio 132 ppm, mientras las propiedades físicas indican

que en 100 gramos de muestra de suelo. Se determinó 6.4% de materia orgánica, y para la textura de suelo se obtuvieron los siguientes resultados; arena 64%, limo 31% y arcilla 5%, según el triángulo de textura de suelo le corresponde al tipo de suelo franco arenoso, con una tendencia relativamente alto en arena, ligeramente limo y algo de arcilla (tabla 4 y anexo 5).

4.1.4. Contenido bromatológico de *Suillus luteus*.

Tabla 5

Resultado de análisis físico-químico de Suillus luteus

Humedad %	11.26
Proteína %	24.07
Grasa %	5.46
Ceniza %	10.22
Fibra %	8.72
Carbohidratos %	48.99
Calcio mg/100	6.20
Fosforo mg/100	124.00
Hierro mg/100	1.50

Los resultados del análisis físico-químico se realizaron de un total de 100gr de muestra. Este resultado indica un alto contenido de carbohidratos y proteínas en la muestra de hongo, lo que sugiere su potencial como fuente de nutrientes. La cantidad adecuada de humedad también es relevante para la conservación y calidad del producto. Los microelementos son esenciales para diversas funciones metabólicas en las plantas y en la salud humana. Además, los porcentajes de ceniza y fibra contribuyen a la comprensión de las características estructurales y funcionales de los carpóforos, lo que puede influir en su uso en la alimentación y otros procesos industriales (Tabla 5 y anexo 1).

DISCUSIONES

La productividad de los hongos comestibles en las plantaciones de pino de la comunidad de Patapallpa (Ocongate, Cusco) fue considerablemente alta, aunque aún es posible mejorarla a partir de los resultados obtenidos en estudios previos. En este sentido, **Espinoza (2015)** reportó una producción de 779,62 kg de hongo deshidratado en un área de 20,5 ha, equivalente a una biomasa seca de 38,03 kg/ha. En comparación, los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una biomasa seca superior, alcanzando 85,97 kg/ha, lo que evidencia una mayor productividad por unidad de superficie.

En cuanto al número de hongos, en el presente estudio se registró un total de 2 189 carpóforos en un área de 180 m². Por otro lado, **Veliz y Ursula (2012)** reportaron una producción anual de 80 800 carpóforos por hectárea en ambas localidades evaluadas, equivalente a 4 559 kg de peso fresco y 306 kg de peso seco. Estas diferencias en la productividad podrían estar relacionadas con las características de las plantaciones, las condiciones ambientales, la superficie evaluada y las metodologías empleadas en cada estudio.

En relación con los factores ambientales, **Espinoza (2015)** registró una temperatura media de 10,44 °C, una humedad relativa de 77 %, una humedad del suelo de 26,67 %, un pH de 6,66 y una precipitación acumulada de 588,40 mm. Asimismo, determinó que la humedad del suelo presentó una relación del 70 % con la biomasa, mientras que el pH explicó el 78 % de la variación de la biomasa. Estos resultados evidencian la importancia de las condiciones de humedad y las características fisicoquímicas del suelo en la producción de hongos comestibles.

En el presente estudio, se registró una temperatura media de 11,60 °C, una humedad relativa de 80,89 % y una precipitación acumulada de 402,20 mm. En cuanto a las relaciones entre los factores ambientales y la producción de hongos, la humedad relativa presentó la mayor correlación positiva ($r = 0,31$), aunque esta relación fue débil. Por su parte, la precipitación presentó una correlación negativa ($r = -0,099$), mientras que la temperatura media mostró una correlación positiva muy débil ($r = 0,16$). En consecuencia, la humedad relativa fue el factor que mostró una mayor tendencia de asociación positiva con la producción de hongos en las condiciones evaluadas.

Estos resultados presentan algunas diferencias respecto a lo reportado por **Huarasa (2022)**, quien identificó relaciones ambientales más marcadas con el rendimiento. En dicho estudio, la precipitación presentó una correlación positiva y significativa con el rendimiento ($r = 0,71$), mientras que la temperatura máxima mostró una correlación negativa ($r = -0,70$). En contraste,

la humedad relativa presentó una relación débil con la producción de hongos. En el presente estudio, la precipitación no mostró una asociación positiva con la producción ($r = -0,099$), mientras que la temperatura media presentó una correlación positiva muy débil ($r = 0,16$) y la humedad relativa mostró una tendencia positiva ($r = 0,31$).

Las diferencias observadas entre los estudios podrían estar relacionadas con las variaciones en las condiciones ambientales de cada zona, particularmente en los niveles de precipitación, temperatura y humedad, así como con las características de las plantaciones y del suelo. Por tanto, aunque la humedad relativa mostró la mayor tendencia de asociación positiva en el presente estudio, la magnitud de las correlaciones indica que estos factores ambientales, de manera individual, no explicarían completamente la variación en la producción de hongos, por lo que podrían intervenir otros factores ambientales, edáficos y biológicos.

En relación con las propiedades físicas y químicas del suelo, **Mayta (2019)** evaluó parámetros como la densidad aparente, el pH, el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. Los resultados evidenciaron que la cobertura de pinos incrementó la densidad aparente y redujo los contenidos de nitrógeno, potasio y materia orgánica, mientras que no se observaron cambios significativos en el pH ni en el contenido de fósforo. El autor concluyó que la presencia de plantaciones de pino podría generar modificaciones en algunas propiedades importantes del suelo, afectando progresivamente su capacidad productiva.

En el presente estudio, los resultados del análisis fisicoquímico del suelo mostraron una concentración relativamente baja de algunos macronutrientes. El pH registrado fue de 4,82, correspondiente a un suelo fuertemente ácido; asimismo, se obtuvo un contenido de nitrógeno de 0,30 %, fósforo de 13,8 ppm y potasio de 33,2 ppm. En cuanto a los cationes intercambiables, se registraron concentraciones de calcio de 146 ppm y magnesio de 132 ppm. Respecto a las propiedades físicas, el contenido de materia orgánica fue de 6,4 %, mientras que la composición textural estuvo constituida por 64 % de arena, 31 % de limo y 5 % de arcilla, correspondiendo a una textura franco-arenosa.

Los resultados obtenidos evidencian que el suelo de la plantación presenta condiciones particulares de acidez y disponibilidad de nutrientes. El pH ácido podría influir en la disponibilidad de determinados elementos y, en consecuencia, en la dinámica de los procesos biológicos del suelo. Asimismo, la textura franco-arenosa, caracterizada por una elevada proporción de arena, puede favorecer el drenaje y la aireación del suelo, aunque también puede

limitar su capacidad de retención de agua y nutrientes en comparación con suelos de textura más fina.

Estos resultados guardan cierta concordancia con lo señalado por **Mayta (2019)**, particularmente respecto a la posible modificación de las propiedades químicas del suelo asociada con la presencia de plantaciones de pino. Sin embargo, las diferencias en los valores registrados pueden deberse a las condiciones particulares de cada área de estudio, como la edad y densidad de la plantación, las características iniciales del suelo, las condiciones climáticas y el manejo de la plantación. En este sentido, la evaluación conjunta de las propiedades físicas y químicas permite comprender mejor las condiciones edáficas bajo las cuales se desarrolla la producción de hongos comestibles en las plantaciones de pino.

En relación con la composición química de *Suillus luteus*, **Espinoza (2015)** reportó contenidos de carbohidratos de 59,91 %, proteína de 16,30 %, fósforo de 690,00 mg/100 g, magnesio de 106,00 mg/100 g, calcio de 33,00 mg/100 g, hierro de 6,60 mg/100 g, fibra de 11,60 % y cenizas de 6,91 %. En comparación, en el presente estudio se obtuvieron valores de 48,99 % de carbohidratos, 24,07 % de proteína, 124,00 mg/100 g de fósforo, 6,20 mg/100 g de calcio y 1,50 mg/100 g de hierro. Asimismo, el contenido de cenizas fue de 10,22 % y el de fibra de 8,72 %. Al comparar ambos estudios, se observa que el presente estudio presentó un mayor contenido de proteína (24,07 %) respecto a lo reportado por **Espinoza (2015)**, quien obtuvo 16,30 %. En contraste, los contenidos de carbohidratos, fósforo, calcio, hierro y fibra fueron inferiores a los registrados por dicho autor. Por otro lado, el contenido de cenizas fue superior en el presente estudio (10,22 %) frente al valor de 6,91 % reportado por **Espinoza (2015)**. Estas diferencias evidencian una variación en la composición química de *Suillus luteus* entre ambas zonas de estudio.

Las diferencias observadas en la composición nutricional podrían estar relacionadas con las condiciones particulares en las que se desarrollaron los carpóforos, entre ellas las características edáficas, las condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes del suelo. Asimismo, factores propios de las plantaciones, como la edad de los pinos, la densidad de la plantación y las características de la asociación micorrízica, podrían influir en la disponibilidad y absorción de nutrientes, repercutiendo en la composición química del hongo. Por ello, las variaciones encontradas entre ambos estudios deben interpretarse considerando las condiciones ecológicas y edáficas específicas de cada lugar.

CONCLUSIONES

1. En la plantación de pinos la biomasa máxima alcanzada de *Suillus luteus* se dio al final del mes de febrero con un valor de **28.54 gr/m²** y el mínimo acumulado fue en la última cosecha con **0.91 gr/m²**, coincidiendo con el final del periodo lluvioso. En el periodo de producción evaluado, comprendido entre febrero y abril, se obtuvo una biomasa acumulada de **85,97 kg/ha**. Asimismo, al extrapolar la producción al periodo reproductivo estimado entre diciembre y abril, la producción alcanzaría aproximadamente **144,85 kg/ha**.
2. Entre las variables climáticas evaluadas, la humedad relativa presentó la mayor tendencia de asociación positiva con la biomasa de *Suillus luteus*, en un **31%**
3. Los suelos de la plantación de *Pinus radiata* presentaron condiciones edáficas caracterizadas por un pH ácido (4,82), mayor porcentaje de fósforo, calcio, potasio, materia orgánica y una textura franco-arenosa.
4. *Suillus luteus* presentó un contenido alto de carbohidratos y proteínas, además de fibra y cenizas. Estos resultados evidencian que esta especie posee un importante aporte nutricional, por lo que constituye un recurso alimentario de interés para las poblaciones que aprovechan los hongos silvestres comestibles.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda estudiar la influencia de otras variables ambientales, edáficas y biológicas que puedan intervenir en el desarrollo y la formación de cuerpos fructíferos en las plantaciones de pino.
- Realizar investigaciones orientadas a la aplicación de la micorrización con especies del género *Suillus*, con el propósito de evaluar su efecto en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantaciones de pino, así como su contribución al mejoramiento de los beneficios económicos para las comunidades locales.
- Asimismo, se recomienda desarrollar estudios relacionados con la identificación y caracterización de los principales agentes patógenos que pueden causar enfermedades en las plantaciones de pino, a fin de establecer estrategias adecuadas de prevención, manejo y control fitosanitario.
- Se recomienda realizar ensayos de micorrización en diferentes etapas de desarrollo de las plantas, desde vivero hasta campo definitivo, para determinar el momento más adecuado para la inoculación y su efecto sobre el crecimiento y supervivencia de las plantas.
- Realizar un seguimiento de la producción de cuerpos fructíferos durante diferentes épocas del año, considerando las variaciones climáticas, con el fin de determinar los periodos de mayor producción y establecer un calendario productivo.
- Establecer prácticas de manejo silvicultural que favorezcan el establecimiento y desarrollo de las asociaciones micorrízicas, evitando aquellas actividades que puedan alterar significativamente las condiciones del suelo.
- Realizar estudios sobre la calidad, viabilidad económica del aprovechamiento de los cuerpos fructíferos asociados a las plantaciones de pino, considerando los costos de producción, manejo, cosecha y comercialización, así como los posibles beneficios para las comunidades locales.
- Se recomienda fortalecer la participación de las comunidades en futuras investigaciones y proyectos productivos, promoviendo la capacitación en técnicas de manejo, identificación, cosecha y aprovechamiento sostenible de los recursos micológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcantara, A. E. (2019). *ANÁLISIS PROXIMAL EN Suillus luteus (HONGO SILVESTRE COMESTIBLE)*. Cajamarca.
- Alexopoulos, C., & Mims, C. (1985). *Introducción a la Micología*. España: Ediciones OMEGA S.A.
- Barroetaveña, C., Toledo, C., & Rajchenberg, M. (2016). Hongos comestibles silvestres de plantaciones forestales y praderas de la Region Andino Patagonica de Argentina. *Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico*, 20.
- Cardoso, M. (2023). *Cultivo del hongo comestible Suillus kaibabensis Thiers. asociado con Pinus greggii Engelm. en campo y seguridad alimentaria*. Obtenido de Repositorio de Colegio de Postgraduados: <http://hdl.handle.net/10521/5173>
- Carolina Barroetaveña, Carolina Toledo, Mario Rajchenberg. (2016). Hongos comestibles silvestres de plantaciones forestales y praderas de la region Andina Potagonica Argetina. *Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)*, 65.
- Chung Guin-po, P. (2005). *HONGOS MICORRICICOS COMESTIBLES OPCION PRODUCTIVA APLICADA A LAS PLANTACIONES*. Concepción Chile: Instituto Forestal.
- Chung, P. (2021). *Influencia de diferentes medios de cultivo y niveles de pH en el crecimiento in vitro de 6 cepas del género Suillus*. Obtenido de Instituto Forestal: <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2021.555>
- Córdova, M. (2021). *Productividad del hongo comestible Pleurotus ostreatus en sustrato de café y determinación del valor nutricional*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Peruana Cayetana Heredia: <https://hdl.handle.net/20.500.12866/9066>
- Corrochano, L. M. (junio de 2014). Regulacion por la luz del dedarrollo de los hongos. *Especial hongos filamentosos y levaduras*, págs. 35 - 36.
- Cuesta C., J. (s.f.). *Montes de Soria Asociación*. Obtenido de http://www.amanitacesarea.com/guia_ecologia3.html

- De Michelis, A., & Rajchenberg, M. (2006). Hongos Comestibles: Teoría y práctica para la recolección, elaboración y conservación. *Estación Experimental Agropecuaria Bariloche*, 17.
- Espinoza, D. (2015). *Productividad del hongo micorrízico en plantaciones de Pinus radiata Huancarani – Paucartambo - Cusco*. Biblioteca de la facultad de Ciencias Biológicas - Unsaac.
- Estrada, G., & Ramires, M. (2019). *Micología General*. Centro Editorial UCM.
- Fertilizers, I. (3 de julio de 2025). *La importancia del nitrógeno en la nutrición vegetal*. Obtenido de <https://icl-growingsolutions.com/latam/agriculture/knowledge-hub/nitrogen-based-fertilizers/>: <https://icl-growingsolutions.com/latam/agriculture/knowledge-hub/nitrogen-based-fertilizers/>
- Garcés de Granada, E., Correa de Restrepo, M., Coba de Gutierrez, B., Orozco de Amézquita, M., Zapata L., A. C., Anacona Chingana, A., & Patricia Sabogal, S. (2003). *Mofología y Clasificación de los Hongos*. Universidad Nacional de Colombia: Departamento de Biología.
- Gómez, A., & Chung, P. (2005). *Guía para la producción de Hongos Silvestres Deshidratados*. Obtenido de Biblioteca Digital Instituto Forestal : <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/4652>
- Guevara, M. (2019). *Inoculación con dosis de tierra micorrizada y Suillus luteus comercial en la producción de plantones de Pinus radiata D. Don, en Paquecc (2510 msnm), Huanta - Ayacucho*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3585>
- Guía de Árboles y Arbustos de los Bosques*. (15 de Agosto de 2024). Obtenido de <https://www.guiadearbolesyarbustos.com/2018/07/genero-pinus-arboles-y-arbustos.html>
- Guzman, G. (1990). *Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinantes*. MEXICO: LIMUSA.
- Huarasa, Y. (2022). *Influencia de las prácticas silviculturales en la producción de Suillus luteus en plantaciones de Pinus radiata, Distrito de Unicachi, Provincia de Yunguyo*,

- Región Puno*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional del Altiplano: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19105>
- Hubert, L. (2012). *On the Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown*. Obtenido de Journal of the American Statistical Association: <https://www.jstor.org/stable/2283970>
- Index Fungorum y Species Fungorum. (16 de julio de 2026). Obtenido de Index Fungorum y Species Fungorum: <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp>
- Joaquin Amat, R. (junio de 2016). *Ciencia de Datos*. Obtenido de https://cienciadedatos.net/documentos/24_correlacion_y_regresion_lineal
- Mamani , M., & Veronica, P. (2019). *Evaluación del efecto de la plantación forestal de Pino (Pinus radiata) sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo en la comunidad Huerta Huaraya – Puno, 2018*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Peruana Union: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1688>
- MINAM+CAF, Municipalidad Provincial Quispicanchi. (2018). *Zonificación Ecológica Económica*. Municipalidad Provincial Quispicanchi: MINAM+CAF.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. Lima.
- Montenegro , I., & Stuardo, C. (2021). *Biblioteca Digital Instituto Forestal*. Obtenido de Introducción al cultivo de hongos comestibles: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/31294>
- Montenegro, I., & Stuardo, C. (2021). *Introducción al Cultivo de Hongos Comestibles*. Santiago Chile: Instituto Forestal INFOR.
- Municipalidad distrital de Ocongate. (2021). *Plan de Desarrollo Local Concertado - PDLC, OCONGATE AL 2030*. Cusco.
- Nascimento, G. M. (2007). *Fungi Austral Guia de campo de los hongos mas vistosos de Chile*. Concepción - Chile: Corporación Chilena de la Madera.
- Pérez , C. (2004). *Técnicas de Análisis*. EARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Quispe, A., Yangali , J., & Calla, K. (2019). *Estadística no paramétrica aplicada a la*. EIDEC.

- Quispe, R. (2021). *Producción del hongo comestible (Pleurotus ostreatus) utilizando diferentes tipos de sustratos en el centro agronómico K'ayra – San Jerónimo – Cusco*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6246>
- Sanchez, J., & Royse, D. (2001). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* El Colegio de la Frontera Sur.
- SENAMHI. (2020). *Mapa climática del Perú*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>:
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- SENAMHI, S. N. (2021). *CLIMAS DEL PERÚ – Mapa de Clasificación Climática Nacional*. Senamhi.
- Sopla, M., & Custodia, A. (2020). *Comportamiento productivo del hongo comestible Suillus luteus bajo diferentes condiciones de manejo*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonia: <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2240>
- Valencia del Toro, G., & Garin Aguilar, M. (2012). Propiedades Medicinales de los Hongos Comestibles. En J. Sanchez V., & G. Mata, *Hongos Comestibles y Medicinales en Iberoamérica* (págs. 297 - 307). Mexico.
- Vedder, P. (1986). *Cultivo moderno del champiñon*. Francia: Mundi-Prensa.
- Xiaofei Shi , Shiru Zhang , Gregory M. Mueller , Peigui Liu , Fuqiang Yu , Indunil C. Senanayake. (17 de julio de 2025). *Una revisión subgenérica del género Suillus (Suillaceae , Boletales) y nuevos taxones del este de Asia basados en la morfología y filogenias multigénicas*. Obtenido de IMA Fungus: <https://imafungus.pensoft.net/article/144260/element/4/463//>

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis nutricional del *Suillus luteus*.



SOLICITANTE : AMILCAR QUISPE QUISPE
PROYECTO TESIS : PRODUCTIVIDAD DE *Suillus* sp EN LAS PLANTACIONES DE
PINUS RADIATA EN LA COMUNIDAD DE PATAPALLPA-
OCONGATE-QUISPICANCHI-CUSCO.
DISTRITO : OCONGATE
PROVINCIA : QUISPICANCHI
REGION : CUSCO
MUESTRA : HONGOS *Suillus* sp
FECHA : C/04/07/2024

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

Humedad %	11,26
Proteína %	24,07
Grasa %	5,46
Ceniza %	10,22
Fibra %	8,72
Carbohidratos %	48,99
Calcio mg/100	6,20
Fosforo mg/100	124,00
Hierro mg/100	1,50

Métodos: AOAC 964.22, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.09, AOAC 962.05

C.H. Diferencia.

Cusco, 11 de Julio 2024



Anexo 2. Resultados del análisis fisicoquímica del suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0381-24-LAQ

SOLICITANTE : AMILCAR QUISPE QUISPE

MUESTRA : SUELOS

FUENTE : PLANTACION DE PINOS

FECHA : C/29/08/2024

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

pH	4,82
C.E. mmhos/cm	0,18
Materia Orgánica %	6,40
Nitrógeno %	0,30
Fosforo ppm P2O5	13,80
Potasio ppm K2O	33,20
C.I.C. meq/100	11,80
C.C. %	27,25
H.E. %	29,50
P.M.P.	14,70
d.a. g/cc	1,677
d.r. g/cc	2,206
Arena %	64
Limo %	31
Arcilla %	5
Ca ppm	146
Mg ppm	132
Hierro ppm	110

Métodos: QUÍMICA AGRÍCOLA SUELOS Y FERTILIZANTES I, E. Primo Yúfera, J.M.
Carrasco Dorrien.

Cusco, 20 Setiembre 2024



[illegible]

Anexo 4. Fotografías de los trabajos realizados en campo

Fotografía 1. Instalación del secadero solar de 4x8m, para el deshidratados del carpóforo.



Fotografía 2. Instalación de parcelas de 3x6 metros aleatoriamente en la plantación de pinos.



Fotografía 3. Contabilización y colecta de hongos maduros en la plantación de pinos.



Fotografía 4. Medición del diámetro en forma de cruz del sombrero del hongo.



Fotografía 4. Pesado de hongos frescos para su respectivo deshidratado en el secadero solar



Fotografía 5. Deshidratado de los cuerpos carpóforos, ordenado por parcelas



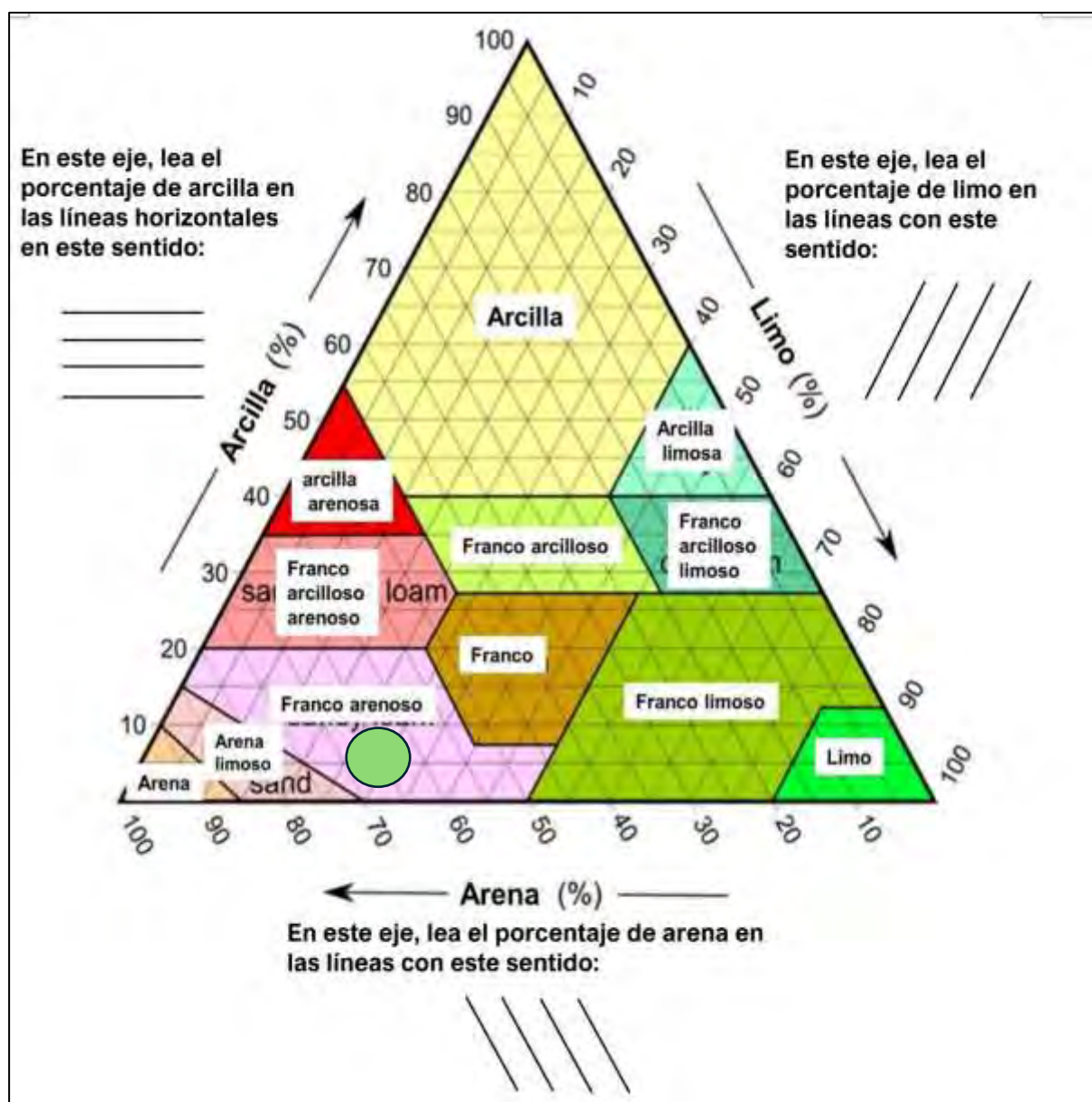
Fotografía 6. Colecta de muestras de suelo de las 10 parcelas.



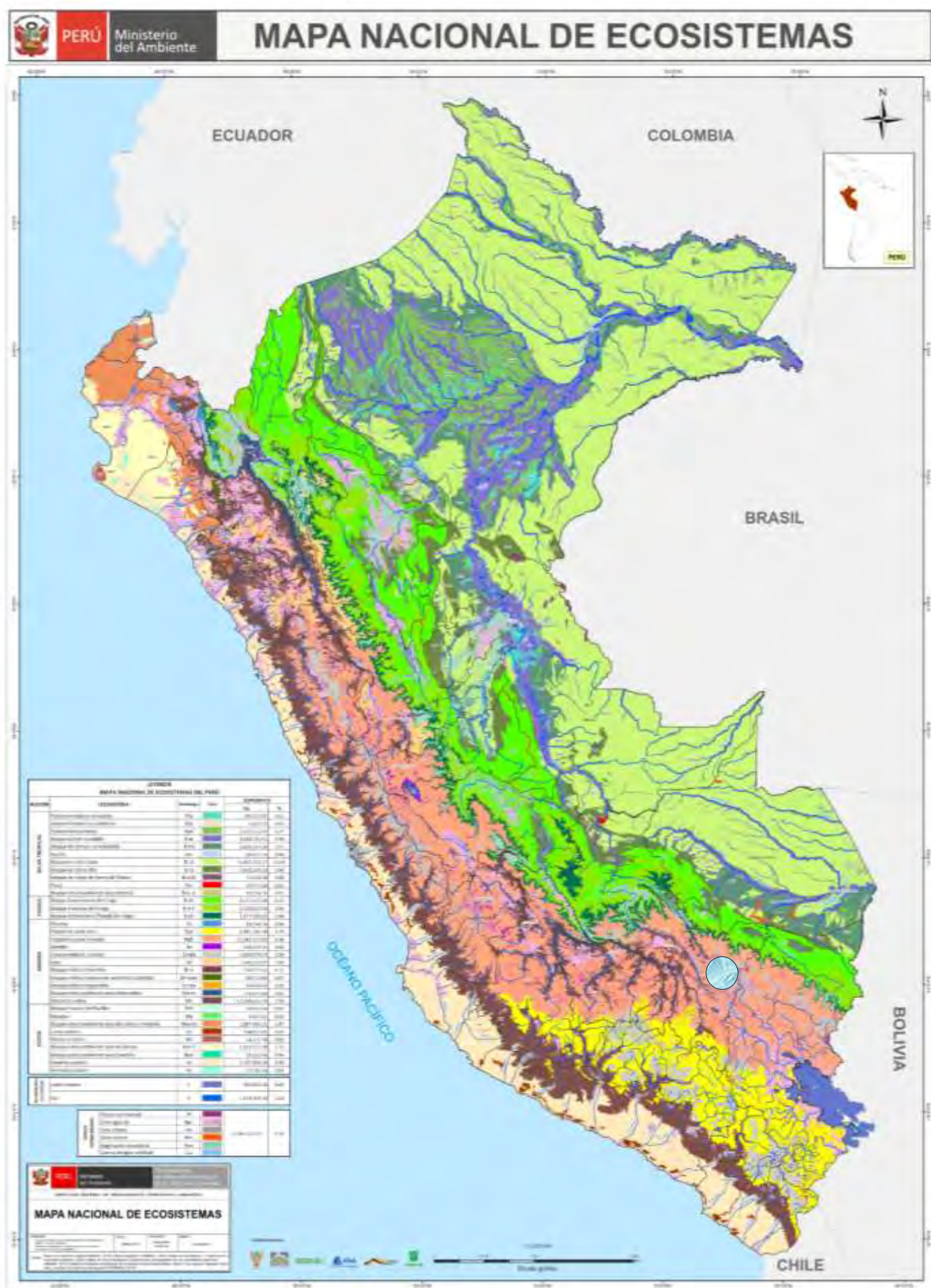
Fotografía 7. Homogenización del carpóforo deshidratado para su análisis en el laboratorio



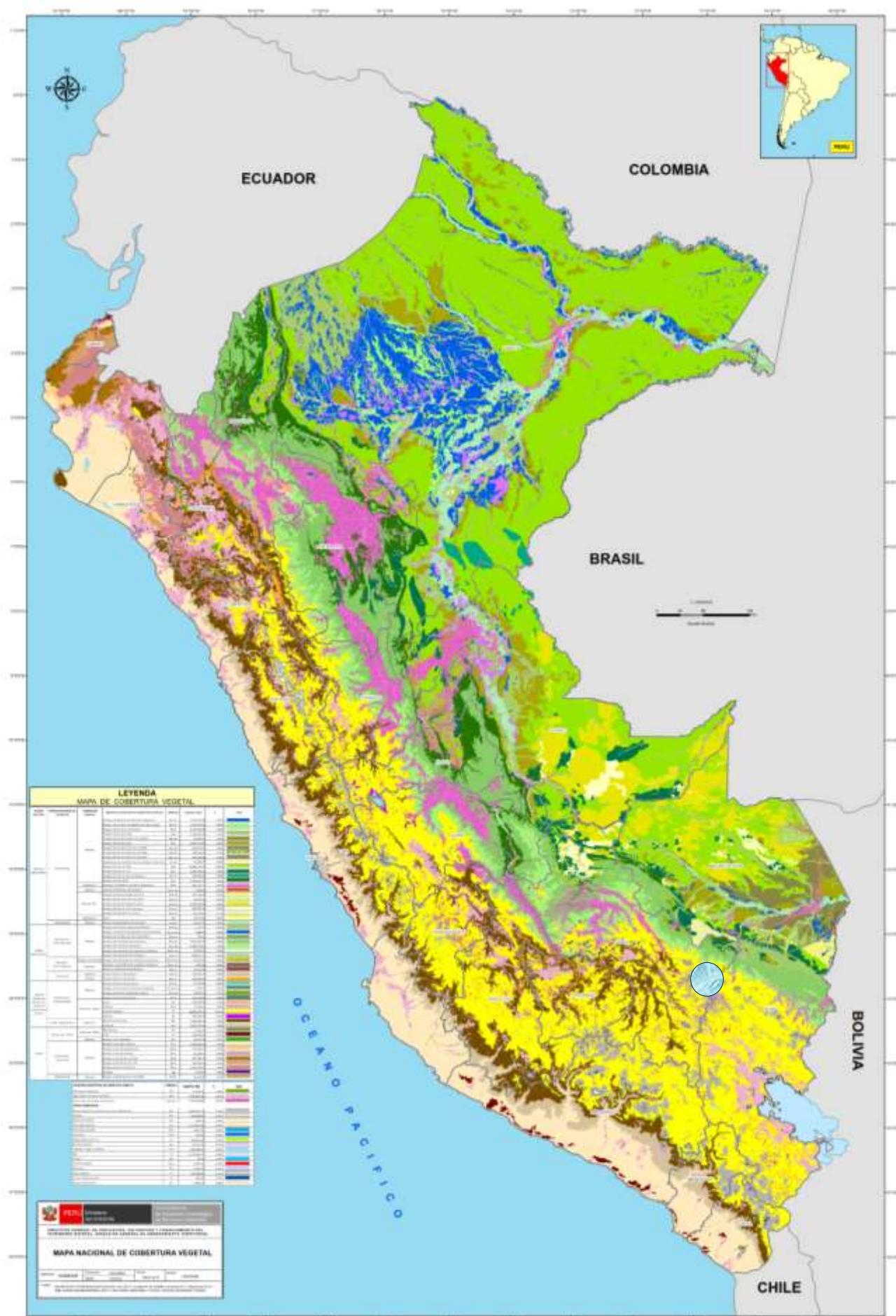
Anexo 5. Triángulo de textura del suelo.



Anexo 6. Mapa Nacional de Ecosistemas



Anexo 7. Mapa de Cobertura Vegetal



Anexo 8. *Data general de numero de hongos, diámetro, pesos y porcentaje de agua.*

n° cosecha	Fecha	Nro parcela	Indiv hongo	diam_1	diam_2	prom diam pilio	a_pilio (cm2)	peso_fresco (gr)	peso_seco_(gr)	%_agua
1	29/01/2024	1	1	14.6	14.3	14.45	163.9	114.27	16.89	85.22
1	29/01/2024	1	1	12.6	13.2	12.9	130.6	106.2	10.67	89.95
1	29/01/2024	1	1	12	11.6	11.8	109.3	60.6	7.71	87.28
1	29/01/2024	1	1	12.2	11.1	11.65	106.5	90.83	13.79	84.82
1	29/01/2024	2	1	11.3	11.9	11.6	105.6	38.91	5.71	85.33
1	29/01/2024	3	1	10.2	11.9	11.05	95.9	66.8	6.19	90.73
1	29/01/2024	3	1	9.2	12.3	10.75	90.7	63.35	4	93.69
1	29/01/2024	3	1	10.6	10.2	10.4	84.9	57.8	5.58	90.35
1	29/01/2024	4	1	10.7	9.8	10.25	82.5	55.27	6.36	88.49
1	29/01/2024	4	1	10.1	10.3	10.2	81.7	68.47	4.57	93.33
1	29/01/2024	4	1	9.4	10.8	10.1	80.1	61.63	5.68	90.78
1	29/01/2024	5	1	10.7	9.1	9.9	76.9	19.92	2.93	85.29
1	29/01/2024	5	1	10	9.6	9.8	75.4	37.21	4.9	86.83
1	29/01/2024	5	1	9.3	9.8	9.55	71.6	43.11	4.35	89.91
1	29/01/2024	5	1	9.1	9.8	9.45	70.1	58.35	4.35	92.54
1	29/01/2024	5	1	9.6	9.3	9.45	70.1	58.64	2.3	96.08
1	29/01/2024	5	1	9.6	9.1	9.35	68.6	56.76	4.5	92.07
1	29/01/2024	5	1	9.2	9.3	9.25	67.2	43.87	4.45	89.86
1	29/01/2024	5	1	9.6	8.2	8.9	62.2	55.39	3.4	93.86
1	29/01/2024	5	1	8.9	8.5	8.7	59.4	48.29	2.31	95.22
1	29/01/2024	5	1	8.2	8.9	8.55	57.4	53.44	3.49	93.47
1	29/01/2024	5	1	8.3	8.6	8.45	56.1	46.67	3.55	92.39
1	29/01/2024	6	1	8.8	7.9	8.35	54.7	27.32	2.34	91.43
1	29/01/2024	6	1	8.5	8.2	8.35	54.7	34.66	2.75	92.07
1	29/01/2024	6	1	9.2	7.5	8.35	54.7	31.26	1.58	94.95
1	29/01/2024	6	1	8	8.1	8.05	50.9	25.85	2.95	88.59
1	29/01/2024	6	1	8.2	7.5	7.85	48.4	33.25	4.13	87.58
1	29/01/2024	7	1	7.4	7.5	7.45	43.6	30.67	2.38	92.24
1	29/01/2024	7	1	8.2	6.6	7.4	43.0	39.55	2.8	92.92
1	29/01/2024	7	1	7.1	7.6	7.35	42.4	20.43	1.45	92.90
1	29/01/2024	7	1	7.2	7.3	7.25	41.3	74.04	6.23	91.59
1	29/01/2024	8	1	7.2	7.3	7.25	41.3	23.61	3.35	85.81
1	29/01/2024	8	1	7.1	7.1	7.1	39.6	28.27	1.9	93.28
1	29/01/2024	8	1	6.7	7.1	6.9	37.4	23.27	3.9	83.24
1	29/01/2024	8	1	6.3	6.7	6.5	33.2	7.72	1.33	82.77
1	29/01/2024	8	1	7.4	5.5	6.45	32.7	21.95	1.93	91.21
1	29/01/2024	8	1	6.2	6.5	6.35	31.7	20.72	4.65	77.56
1	29/01/2024	9	1	6.5	5.9	6.2	30.2	14.59	3.28	77.52
1	29/01/2024	9	1	5.9	6.2	6.05	28.7	29.35	1.7	94.21

1	29/01/2024	10	1	5.5	4.1	4.8	18.1	27.54	4.63	83.19
1	29/01/2024	10	1	5.4	3.9	4.65	17.0	8.16	1.02	87.50
2	10/02/2024	1	1	15	12.6	13.8	149.5	134.12	14	89.56
2	10/02/2024	1	1	14	13.1	13.55	144.1	139.6	15	89.26
2	10/02/2024	1	1	12.6	11.2	11.9	111.2	91.78	7	92.37
2	10/02/2024	1	1	10.9	10.4	10.65	89.0	72.38	11	84.80
2	10/02/2024	2	1	10.3	10.3	10.3	83.3	61.82	7	88.68
2	10/02/2024	2	1	10.5	9.2	9.85	76.2	62.43	6	90.39
2	10/02/2024	3	1	10.2	9.4	9.8	75.4	53.12	5	90.59
2	10/02/2024	3	1	9.6	9.3	9.45	70.1	39.45	5	87.33
2	10/02/2024	4	1	9.4	9.4	9.4	69.4	47.57	8	83.18
2	10/02/2024	4	1	8.6	7.7	8.15	52.1	22.69	2	91.19
2	10/02/2024	5	1	8.4	7.8	8.1	51.5	21	4	80.95
2	10/02/2024	5	1	8.7	7.2	7.95	49.6	42.56	4	90.60
2	10/02/2024	6	1	7.7	7.6	7.65	45.9	77.41	3	96.12
2	10/02/2024	7	1	7.8	7	7.4	43.0	31.83	2.5	92.15
2	10/02/2024	7	1	6.8	6.7	6.75	35.8	25.13	4	84.08
2	10/02/2024	7	1	7.2	5.8	6.5	33.2	39.45	2	94.93
2	10/02/2024	7	1	6.9	6	6.45	32.7	20.47	3	85.34
2	10/02/2024	7	1	7	5.5	6.25	30.7	19.91	2	89.95
2	10/02/2024	8	1	5.8	5.7	5.75	26.0	9.35	2	78.61
2	10/02/2024	8	1	5.8	5.1	5.45	23.3	28.36	1.9	93.30
2	10/02/2024	8	1	5.3	5	5.15	20.8	9	0.5	94.44
2	10/02/2024	8	1	5.9	4.3	5.1	20.4	8.62	1	88.40
2	10/02/2024	8	1	4.6	3.9	4.25	14.2	6.97	0.5	92.83
2	10/02/2024	8	1	5.5	3	4.25	14.2	9.24	0.5	94.59
2	10/02/2024	10	1	3.5	3.4	3.45	9.3	6.37	0.5	92.15
3	17/02/2024	1	1	14	12	13	132.7	91	10.36	88.62
3	17/02/2024	1	1	12.4	9.7	11.05	95.9	106	11.13	89.50
3	17/02/2024	1	1	11.7	9.9	10.8	91.6	82	7.93	90.33
3	17/02/2024	1	1	10.4	11.2	10.8	91.6	81	6.56	91.90
3	17/02/2024	1	1	11.6	9.9	10.75	90.7	103	12.61	87.76
3	17/02/2024	1	1	11.5	9.8	10.65	89.0	52	5.97	88.52
3	17/02/2024	1	1	10.6	10.2	10.4	84.9	66	5.81	91.20
3	17/02/2024	1	1	11	9.7	10.35	84.1	67	5.95	91.12
3	17/02/2024	1	1	9.8	10.6	10.2	81.7	48	5.67	88.19
3	17/02/2024	1	1	11.4	8.6	10	78.5	67	6.67	90.04
3	17/02/2024	1	1	10.2	9	9.6	72.3	54	10	81.48
3	17/02/2024	1	1	9.6	9.1	9.35	68.6	57	4.77	91.63
3	17/02/2024	2	1	9.5	9	9.25	67.2	47	3.23	93.13
3	17/02/2024	2	1	9.8	8.6	9.2	66.4	37	3.47	90.62
3	17/02/2024	2	1	9	8.4	8.7	59.4	48	6.32	86.83
3	17/02/2024	2	1	8.6	8.7	8.65	58.7	46	5.98	87.00

3	17/02/2024	2	1	9	7.8	8.4	55.4	46	4.52	90.17
3	17/02/2024	2	1	8.8	7.9	8.35	54.7	55	4.87	91.15
3	17/02/2024	2	1	8.2	8.3	8.25	53.4	36	5	86.11
3	17/02/2024	2	1	9	7.4	8.2	52.8	44	3.79	91.39
3	17/02/2024	2	1	8.8	7.4	8.1	51.5	44	2.71	93.84
3	17/02/2024	2	1	8.8	7.3	8.05	50.9	28	4.04	85.57
3	17/02/2024	3	1	8.6	7.5	8.05	50.9	48	3.3	93.13
3	17/02/2024	3	1	8.9	7.1	8	50.2	46	3.2	93.04
3	17/02/2024	3	1	8	7.8	7.9	49.0	25	2.17	91.32
3	17/02/2024	4	1	8	7.7	7.85	48.4	28	2.32	91.71
3	17/02/2024	4	1	8.2	7.4	7.8	47.8	29	3.8	86.90
3	17/02/2024	5	1	7.8	7.4	7.6	45.3	23	2.12	90.78
3	17/02/2024	5	1	8.1	7	7.55	44.7	29	2.58	91.10
3	17/02/2024	6	1	8.4	6.6	7.5	44.2	33	3.84	88.36
3	17/02/2024	6	1	8.3	6.4	7.35	42.4	25	3	88.00
3	17/02/2024	6	1	8	6.7	7.35	42.4	42	2.87	93.17
3	17/02/2024	6	1	9.1	5.5	7.3	41.8	26	2.07	92.04
3	17/02/2024	6	1	7.1	7.2	7.15	40.1	18	3	83.33
3	17/02/2024	6	1	7.4	6.4	6.9	37.4	24	2.52	89.50
3	17/02/2024	6	1	7	6.7	6.85	36.8	16	2.76	82.75
3	17/02/2024	6	1	6.9	6.8	6.85	36.8	23	2.83	87.70
3	17/02/2024	6	1	7.9	5.7	6.8	36.3	25	3.5	86.00
3	17/02/2024	8	1	6.6	6.9	6.75	35.8	19	2.04	89.26
3	17/02/2024	8	1	6.4	7.1	6.75	35.8	17	2	88.24
3	17/02/2024	8	1	7.7	5.8	6.75	35.8	22	2.7	87.73
3	17/02/2024	8	1	7.1	6.3	6.7	35.2	30	1.85	93.83
3	17/02/2024	8	1	7.7	5.7	6.7	35.2	30	4.29	85.70
3	17/02/2024	8	1	6.9	6.5	6.7	35.2	20	2.36	88.20
3	17/02/2024	8	1	7	6.3	6.65	34.7	19	2.03	89.32
3	17/02/2024	9	1	7.1	6	6.55	33.7	19	2.3	87.89
3	17/02/2024	9	1	7	5.9	6.45	32.7	12	1.6	86.67
3	17/02/2024	9	1	6.9	6	6.45	32.7	20	2.72	86.40
3	17/02/2024	9	1	6.5	6.4	6.45	32.7	19	1.92	89.89
3	17/02/2024	9	1	6.7	6.2	6.45	32.7	19	2.18	88.53
3	17/02/2024	9	1	7	5.6	6.3	31.2	30	4.04	86.53
3	17/02/2024	9	1	5.8	6.3	6.05	28.7	18	1.84	89.78
3	17/02/2024	9	1	6.5	5.2	5.85	26.9	19	1.22	93.58
3	17/02/2024	9	1	6.3	4.6	5.45	23.3	13	1.7	86.92
3	17/02/2024	9	1	5.8	5.1	5.45	23.3	24	1.54	93.58
3	17/02/2024	9	1	5.7	4.8	5.25	21.6	8	1.19	85.13
3	17/02/2024	9	1	5.7	4.7	5.2	21.2	18	1.22	93.22
3	17/02/2024	9	1	5.3	4.2	4.75	17.7	6	0.65	89.17
3	17/02/2024	9	1	5.2	4.3	4.75	17.7	8	0.87	89.13

3	17/02/2024	9	1	4.6	4.3	4.45	15.5	9	0.63	93.00
3	17/02/2024	10	1	4.5	3.9	4.2	13.8	9	0.82	90.89
4	25/02/2024	1	1	13.3	13.2	13.25	137.8	144.42	16.1	88.85
4	25/02/2024	1	1	12.5	12.5	12.5	122.7	137.43	17.85	87.01
4	25/02/2024	1	1	12.4	12	12.2	116.8	106.34	13.68	87.14
4	25/02/2024	1	1	12.3	12	12.15	115.9	108.56	10.02	90.77
4	25/02/2024	1	1	12.3	11.9	12.1	114.9	104.18	13.05	87.47
4	25/02/2024	1	1	11.6	11.5	11.55	104.7	94.3	6.81	92.78
4	25/02/2024	1	1	11.6	11.5	11.55	104.7	94.21	6.78	92.80
4	25/02/2024	1	1	11.5	11.5	11.5	103.8	79.15	12.68	83.98
4	25/02/2024	2	1	11.4	11.4	11.4	102.0	92.45	14.5	84.32
4	25/02/2024	2	1	11.2	11.1	11.15	97.6	78.32	8.23	89.49
4	25/02/2024	2	1	11.2	11.1	11.15	97.6	70.95	8.28	88.33
4	25/02/2024	2	1	10.7	10.6	10.65	89.0	75.73	12.26	83.81
4	25/02/2024	2	1	10.7	10.5	10.6	88.2	102.71	10.57	89.71
4	25/02/2024	2	1	10.6	10.5	10.55	87.4	63.7	6.35	90.03
4	25/02/2024	2	1	10.6	10.5	10.55	87.4	97.88	10.43	89.34
4	25/02/2024	2	1	10.4	10.5	10.45	85.7	72	10.17	85.88
4	25/02/2024	2	1	10.5	10.3	10.4	84.9	56.77	5.1	91.02
4	25/02/2024	2	1	10.4	10.1	10.25	82.5	59.92	6.32	89.45
4	25/02/2024	2	1	10.4	10	10.2	81.7	65.77	4.84	92.64
4	25/02/2024	2	1	10.2	10	10.1	80.1	63.34	9.35	85.24
4	25/02/2024	2	1	10.1	10	10.05	79.3	72.45	9.34	87.11
4	25/02/2024	2	1	10	10	10	78.5	62.19	6.4	89.71
4	25/02/2024	2	1	9.9	9.9	9.9	76.9	55.24	6.92	87.47
4	25/02/2024	2	1	9.9	9.8	9.85	76.2	54.33	9.9	81.78
4	25/02/2024	2	1	9.8	9.7	9.75	74.6	58.68	9.61	83.62
4	25/02/2024	2	1	9.7	9.5	9.6	72.3	43.47	4.62	89.37
4	25/02/2024	2	1	9.6	9.5	9.55	71.6	79.5	7.55	90.50
4	25/02/2024	3	1	9.4	9.4	9.4	69.4	59.95	4.58	92.36
4	25/02/2024	3	1	9.5	9.2	9.35	68.6	52.88	5.64	89.33
4	25/02/2024	3	1	9.2	9	9.1	65.0	58.48	5.02	91.42
4	25/02/2024	3	1	9.2	9	9.1	65.0	57.56	3.93	93.17
4	25/02/2024	3	1	9.2	9	9.1	65.0	54.04	3.55	93.43
4	25/02/2024	3	1	9	9	9	63.6	58.24	2.54	95.64
4	25/02/2024	3	1	8.9	8.9	8.9	62.2	59.7	3.8	93.63
4	25/02/2024	3	1	9.1	8.7	8.9	62.2	48.94	3.21	93.44
4	25/02/2024	3	1	9.1	8.7	8.9	62.2	94.55	3.73	96.05
4	25/02/2024	3	1	8.8	8.8	8.8	60.8	62.3	6.23	90.00
4	25/02/2024	4	1	8.8	8.6	8.7	59.4	51.31	7.85	84.70
4	25/02/2024	4	1	8.7	8.6	8.65	58.7	45.97	4.24	90.78
4	25/02/2024	4	1	8.7	8.5	8.6	58.1	44.78	3.82	91.47
4	25/02/2024	4	1	8.6	8.6	8.6	58.1	55.07	5.06	90.81

4	25/02/2024	4	1	8.6	8.5	8.55	57.4	54.82	2.94	94.64
4	25/02/2024	5	1	8.6	8.5	8.55	57.4	56.27	7.91	85.94
4	25/02/2024	5	1	8.5	8.4	8.45	56.1	42.18	4.45	89.45
4	25/02/2024	5	1	8.5	8.4	8.45	56.1	55.69	8.41	84.90
4	25/02/2024	5	1	8.4	8.4	8.4	55.4	39.35	3.42	91.31
4	25/02/2024	5	1	8.4	8.4	8.4	55.4	58	10.38	82.10
4	25/02/2024	5	1	8.4	8.3	8.35	54.7	55.73	3.12	94.40
4	25/02/2024	6	1	8.5	8.2	8.35	54.7	55.42	4.42	92.02
4	25/02/2024	6	1	9.9	6.8	8.35	54.7	46.78	3.82	91.83
4	25/02/2024	6	1	8.3	8.3	8.3	54.1	44.82	2.54	94.33
4	25/02/2024	6	1	8.5	8	8.25	53.4	59.25	4.9	91.73
4	25/02/2024	6	1	8.2	8.2	8.2	52.8	38.94	5.28	86.44
4	25/02/2024	6	1	8.2	8	8.1	51.5	48.8	5.32	89.10
4	25/02/2024	6	1	8.2	7.9	8.05	50.9	51.47	8.65	83.19
4	25/02/2024	6	1	8	8	8	50.2	34.65	3.43	90.10
4	25/02/2024	6	1	8	7.9	7.95	49.6	37	3.38	90.86
4	25/02/2024	6	1	9.5	6.3	7.9	49.0	104.35	12	88.50
4	25/02/2024	6	1	8	7.8	7.9	49.0	50.05	7.03	85.95
4	25/02/2024	6	1	7.9	7.9	7.9	49.0	46.86	8.66	81.52
4	25/02/2024	6	1	7.9	7.8	7.85	48.4	38.2	5.01	86.88
4	25/02/2024	6	1	7.6	7.6	7.6	45.3	44.2	6	86.43
4	25/02/2024	6	1	7.5	7.5	7.5	44.2	51.52	3.44	93.32
4	25/02/2024	6	1	7.5	7.5	7.5	44.2	39.07	2.44	93.75
4	25/02/2024	6	1	8.1	6.9	7.5	44.2	36.82	5.71	84.49
4	25/02/2024	6	1	7.6	7.4	7.5	44.2	28.58	1.93	93.25
4	25/02/2024	6	1	7.2	7.2	7.2	40.7	35.27	5	85.82
4	25/02/2024	6	1	7.3	7.1	7.2	40.7	31.81	1.86	94.15
4	25/02/2024	7	1	7.2	7	7.1	39.6	22.59	1.66	92.65
4	25/02/2024	7	1	7.1	6.9	7	38.5	27.84	1.45	94.79
4	25/02/2024	7	1	7	7	7	38.5	30.82	2.21	92.83
4	25/02/2024	7	1	6.9	6.7	6.8	36.3	23.41	1.95	91.67
4	25/02/2024	7	1	6.8	6.8	6.8	36.3	32.69	7.73	76.35
4	25/02/2024	7	1	6.7	6.7	6.7	35.2	27.68	2	92.77
4	25/02/2024	7	1	6.7	6.4	6.55	33.7	34.18	3.65	89.32
4	25/02/2024	7	1	6.6	6.4	6.5	33.2	18.86	1.28	93.21
4	25/02/2024	7	1	7.2	5.7	6.45	32.7	28.87	1.81	93.73
4	25/02/2024	7	1	6.5	6.3	6.4	32.2	23.96	1.92	91.99
4	25/02/2024	8	1	6.4	6.4	6.4	32.2	19.93	1.72	91.37
4	25/02/2024	8	1	6.4	6.3	6.35	31.7	24.52	2	91.84
4	25/02/2024	8	1	5.8	6.8	6.3	31.2	20.51	1.71	91.66
4	25/02/2024	9	1	6.2	6.1	6.15	29.7	19.97	1.76	91.19
4	25/02/2024	9	1	6.2	6.1	6.15	29.7	21.71	1.89	91.29
4	25/02/2024	9	1	6.8	5	5.9	27.3	37.74	5	86.75

4	25/02/2024	9	1	6	5.7	5.85	26.9	14.63	2.17	85.17
4	25/02/2024	10	1	5.9	5.5	5.7	25.5	22	2.15	90.23
4	25/02/2024	10	1	5.8	5.6	5.7	25.5	14.14	1.14	91.94
4	25/02/2024	10	1	5.7	5.6	5.65	25.1	18.17	1.12	93.84
4	25/02/2024	10	1	6.8	4.1	5.45	23.3	26.86	2.26	91.59
4	25/02/2024	10	1	5.5	5.3	5.4	22.9	13	1.57	87.92
4	25/02/2024	10	1	5.4	5.3	5.35	22.5	19.83	1.14	94.25
5	01/03/2024	1	1	11	10.6	10.8	91.6	103.3	11.46	88.91
5	01/03/2024	1	1	11.6	9.3	10.45	85.7	92.77	9.92	89.31
5	01/03/2024	1	1	10.7	9	9.85	76.2	74.3	3.83	94.85
5	01/03/2024	2	1	10.2	9.2	9.7	73.9	64.31	5.8	90.98
5	01/03/2024	2	1	9.7	9.2	9.45	70.1	82.64	8.1	90.20
5	01/03/2024	2	1	9.5	9.1	9.3	67.9	60.77	3.9	93.58
5	01/03/2024	3	1	9.5	8.8	9.15	65.7	55.22	4.45	91.94
5	01/03/2024	3	1	9.2	9	9.1	65.0	83.45	5.14	93.84
5	01/03/2024	3	1	9.7	8.4	9.05	64.3	73.84	5.23	92.92
5	01/03/2024	3	1	9.5	8.6	9.05	64.3	66.45	4.41	93.36
5	01/03/2024	3	1	9.2	8.8	9	63.6	63.85	9.42	85.25
5	01/03/2024	3	1	9.3	8.2	8.75	60.1	66.74	4.44	93.35
5	01/03/2024	3	1	9.4	8.1	8.75	60.1	72.27	4.29	94.06
5	01/03/2024	3	1	8.7	8.4	8.55	57.4	52.92	4	92.44
5	01/03/2024	4	1	8.5	8.5	8.5	56.7	46.27	2.2	95.25
5	01/03/2024	4	1	8.3	8	8.15	52.1	38.73	2.57	93.36
5	01/03/2024	4	1	8.5	7.8	8.15	52.1	51.45	2.63	94.89
5	01/03/2024	4	1	8.3	7.9	8.1	51.5	34.72	2.45	92.94
5	01/03/2024	4	1	8.3	7.7	8	50.2	62.06	2.12	96.58
5	01/03/2024	4	1	8.1	7.9	8	50.2	56.8	3.8	93.31
5	01/03/2024	4	1	8.1	7.8	7.95	49.6	54.67	3.08	94.37
5	01/03/2024	4	1	7.9	7.9	7.9	49.0	36.36	2.25	93.81
5	01/03/2024	5	1	8.5	7.3	7.9	49.0	57.9	3.4	94.13
5	01/03/2024	5	1	8.7	7	7.85	48.4	67.97	3.35	95.07
5	01/03/2024	5	1	8.7	7	7.85	48.4	47.74	2.38	95.01
5	01/03/2024	5	1	8.6	7.1	7.85	48.4	58.82	4.21	92.84
5	01/03/2024	5	1	9	6.5	7.75	47.1	41.85	2.8	93.31
5	01/03/2024	5	1	8.5	7	7.75	47.1	43.5	2.92	93.29
5	01/03/2024	6	1	8.1	7.4	7.75	47.1	43.31	5.43	87.46
5	01/03/2024	6	1	8.7	6.8	7.75	47.1	54.68	3.1	94.33
5	01/03/2024	6	1	8.2	7.2	7.7	46.5	38.34	3.42	91.08
5	01/03/2024	6	1	8	7.2	7.6	45.3	53.1	3.11	94.14
5	01/03/2024	6	1	8.2	7	7.6	45.3	42.72	3.26	92.37
5	01/03/2024	6	1	8.1	7	7.55	44.7	59.31	3.35	94.35
5	01/03/2024	6	1	8.6	6.5	7.55	44.7	51.97	2.62	94.96
5	01/03/2024	6	1	7.6	7.4	7.5	44.2	48.75	2.9	94.05

5	01/03/2024	6	1	7.6	7.4	7.5	44.2	42.21	2.96	92.99
5	01/03/2024	6	1	7.6	7.2	7.4	43.0	37.22	2.58	93.07
5	01/03/2024	6	1	7.5	7.2	7.35	42.4	31	1.82	94.13
5	01/03/2024	6	1	7.4	7.2	7.3	41.8	36.86	2.26	93.87
5	01/03/2024	6	1	7.8	6.8	7.3	41.8	36.44	1.82	95.01
5	01/03/2024	6	1	7.6	7	7.3	41.8	34.89	2	94.27
5	01/03/2024	6	1	8.4	6.1	7.25	41.3	49.53	2.79	94.37
5	01/03/2024	7	1	7.2	7.2	7.2	40.7	46.55	4.76	89.77
5	01/03/2024	7	1	7.3	7.1	7.2	40.7	32.92	2.74	91.68
5	01/03/2024	7	1	7.2	7	7.1	39.6	37.22	4.2	88.72
5	01/03/2024	7	1	7.4	6.7	7.05	39.0	31.17	2.05	93.42
5	01/03/2024	7	1	7.5	6.3	6.9	37.4	39.92	2.78	93.04
5	01/03/2024	7	1	6.8	6.8	6.8	36.3	33.42	1.92	94.25
5	01/03/2024	7	1	7	6.5	6.75	35.8	35.84	2.03	94.34
5	01/03/2024	7	1	6.9	6.6	6.75	35.8	30.52	2.05	93.28
5	01/03/2024	7	1	6.8	6.6	6.7	35.2	38.41	2.3	94.01
5	01/03/2024	7	1	7.1	6.2	6.65	34.7	35.6	1.93	94.58
5	01/03/2024	7	1	7.5	5.8	6.65	34.7	41.53	1.82	95.62
5	01/03/2024	8	1	6.8	6.2	6.5	33.2	26.57	1.78	93.30
5	01/03/2024	8	1	7	5.9	6.45	32.7	20.5	1.42	93.07
5	01/03/2024	8	1	7	5.6	6.3	31.2	34.58	1.35	96.10
5	01/03/2024	8	1	6	6.6	6.3	31.2	21.64	1.35	93.76
5	01/03/2024	8	1	6	6.3	6.15	29.7	21.42	2.03	90.52
5	01/03/2024	8	1	6.2	6	6.1	29.2	26.57	1.71	93.56
5	01/03/2024	9	1	6.1	5.8	5.95	27.8	33.22	2.41	92.75
5	01/03/2024	9	1	5.6	5.4	5.5	23.7	22.9	1.21	94.72
5	01/03/2024	9	1	5.2	5.1	5.15	20.8	19.35	1.09	94.37
5	01/03/2024	9	1	5.6	4.6	5.1	20.4	18.85	0.85	95.49
5	01/03/2024	9	1	5.8	4.3	5.05	20.0	22.37	1.06	95.26
5	01/03/2024	10	1	5.1	4.8	4.95	19.2	14.97	0.75	94.99
6	09/03/2024	1	1	13.7	12	12.85	129.6	148.84	10	93.28
6	09/03/2024	1	1	12.4	12.5	12.45	121.7	115.49	7.04	93.90
6	09/03/2024	2	1	12	11.1	11.55	104.7	116.36	6.25	94.63
6	09/03/2024	3	1	11.2	11.3	11.25	99.4	72.03	6.05	91.60
6	09/03/2024	3	1	10.8	10.7	10.75	90.7	76.3	5.13	93.28
6	09/03/2024	3	1	9.6	11.1	10.35	84.1	79.21	4.87	93.85
6	09/03/2024	4	1	10	9.7	9.85	76.2	50.68	5.69	88.77
6	09/03/2024	4	1	9.4	8.9	9.15	65.7	64.08	4.65	92.74
6	09/03/2024	4	1	9.2	8.7	8.95	62.9	63.31	4.52	92.86
6	09/03/2024	5	1	8.7	9.2	8.95	62.9	58.37	3.21	94.50
6	09/03/2024	5	1	8.8	8.4	8.6	58.1	54.02	4.42	91.82
6	09/03/2024	5	1	8.5	8.3	8.4	55.4	58.54	3.83	93.46
6	09/03/2024	6	1	9.2	7.2	8.2	52.8	91.79	2.88	96.86

6	09/03/2024	6	1	8.5	7.6	8.05	50.9	50.07	2.94	94.13
6	09/03/2024	6	1	8.7	7.2	7.95	49.6	35.53	2.28	93.58
6	09/03/2024	6	1	8.3	7.2	7.75	47.1	37.22	2.21	94.06
6	09/03/2024	6	1	8.3	7.2	7.75	47.1	41.58	3.42	91.77
6	09/03/2024	6	1	7.7	7.1	7.4	43.0	24.24	1.99	91.79
6	09/03/2024	6	1	7.6	7.1	7.35	42.4	15.72	1.51	90.39
6	09/03/2024	6	1	8.2	6.2	7.2	40.7	38.85	2.04	94.75
6	09/03/2024	6	1	7.7	6.6	7.15	40.1	33.14	2.84	91.43
6	09/03/2024	7	1	7.4	6.9	7.15	40.1	28.68	1.68	94.14
6	09/03/2024	7	1	7.7	6.5	7.1	39.6	22	2.71	87.68
6	09/03/2024	7	1	6.6	7.2	6.9	37.4	35.85	1.84	94.87
6	09/03/2024	7	1	7.3	6.4	6.85	36.8	30.49	1.57	94.85
6	09/03/2024	7	1	6.6	6.5	6.55	33.7	27.15	1.79	93.41
6	09/03/2024	7	1	6.4	6.6	6.5	33.2	19.09	1.61	91.57
6	09/03/2024	8	1	7.2	5.8	6.5	33.2	20.5	1.79	91.27
6	09/03/2024	8	1	6.7	5.9	6.3	31.2	23.82	1.46	93.87
6	09/03/2024	8	1	6.5	6.1	6.3	31.2	34.73	1.6	95.39
6	09/03/2024	8	1	7.3	5.3	6.3	31.2	28.33	1.73	93.89
6	09/03/2024	8	1	5.9	6.2	6.05	28.7	26.9	1.44	94.65
6	09/03/2024	8	1	6.7	5.4	6.05	28.7	18.53	1.27	93.15
6	09/03/2024	8	1	6.4	5.3	5.85	26.9	21.17	1.37	93.53
6	09/03/2024	9	1	5.5	6.2	5.85	26.9	22.23	1.15	94.83
6	09/03/2024	9	1	8.2	3.1	5.65	25.1	49.17	2.3	95.32
6	09/03/2024	9	1	5.3	5.5	5.4	22.9	11.48	0.97	91.55
6	09/03/2024	9	1	5.8	4.9	5.35	22.5	12.79	1.26	90.15
6	09/03/2024	9	1	5.3	5.4	5.35	22.5	29.07	0.93	96.80
6	09/03/2024	9	1	6.2	4.4	5.3	22.1	18.97	1	94.73
6	09/03/2024	9	1	5.1	4.7	4.9	18.8	7.45	1.46	80.40
6	09/03/2024	9	1	4.3	5.4	4.85	18.5	9.26	1	89.20
7	16/03/2024	1	1	13.3	10.4	11.85	110.2	64.76	7.75	88.03
7	16/03/2024	1	1	12.4	10.6	11.5	103.8	93.99	7.09	92.46
7	16/03/2024	1	1	10.7	11.9	11.3	100.2	82.15	6.08	92.60
7	16/03/2024	1	1	10.4	9.4	9.9	76.9	43.99	4.41	89.97
7	16/03/2024	1	1	10.4	8.5	9.45	70.1	47.83	4.17	91.28
7	16/03/2024	1	1	10.1	8.5	9.3	67.9	54.99	5.47	90.05
7	16/03/2024	2	1	9.3	8.1	8.7	59.4	44.52	4.04	90.93
7	16/03/2024	2	1	8.9	8.4	8.65	58.7	25.69	4.45	82.68
7	16/03/2024	2	1	9	7.9	8.45	56.1	29.75	4.36	85.34
7	16/03/2024	2	1	8.9	7.5	8.2	52.8	29.34	3.04	89.64
7	16/03/2024	7	1	8.7	7.5	8.1	51.5	26.04	3.35	87.14
7	16/03/2024	7	1	8	7.3	7.65	45.9	30.97	3.73	87.96
7	16/03/2024	8	1	7.9	7.2	7.55	44.7	32.82	3	90.86
7	16/03/2024	8	1	8.7	6.4	7.55	44.7	3.95	1.56	60.51

7	16/03/2024	8	1	7.5	6.5	7	38.5	19.72	2.45	87.58
7	16/03/2024	8	1	7.2	6.7	6.95	37.9	15.38	2.18	85.83
7	16/03/2024	8	1	8.5	5.4	6.95	37.9	33.35	3.01	90.97
7	16/03/2024	8	1	7	6.4	6.7	35.2	22.58	2.74	87.87
7	16/03/2024	8	1	5.9	5	5.45	23.3	13.11	1.75	86.65
7	16/03/2024	8	1	4.9	4.2	4.55	16.3	6.05	1.49	75.37
7	16/03/2024	9	1	4.4	3.7	4.05	12.9	22.24	2.61	88.26
8	31/03/2024	1	1	11	10	10.5	86.5	35.19	2.14	93.92
8	31/03/2024	1	1	10.5	8	9.25	67.2	22.88	1.26	94.49
8	31/03/2024	1	1	9.5	9	9.25	67.2	66.07	3.03	95.41
8	31/03/2024	2	1	9.5	8	8.75	60.1	70.19	2.9	95.87
8	31/03/2024	2	1	9	7.5	8.25	53.4	46.4	2.46	94.70
8	31/03/2024	2	1	8.8	6.5	7.65	45.9	28.38	2.41	91.51
8	31/03/2024	3	1	8	7	7.5	44.2	23.75	1.14	95.20
8	31/03/2024	4	1	7.5	7.3	7.4	43.0	17.74	1.34	92.45
8	31/03/2024	4	1	7.8	7	7.4	43.0	19.13	0.97	94.93
8	31/03/2024	6	1	7.8	6.8	7.3	41.8	34.26	1.69	95.07
8	31/03/2024	7	1	7.5	7	7.25	41.3	30.31	1.85	93.90
8	31/03/2024	7	1	7	6	6.5	33.2	78.71	2.87	96.35
8	31/03/2024	8	1	7	5.5	6.25	30.7	61.68	2.78	95.49
8	31/03/2024	10	1	5.8	5.5	5.65	25.1	16.87	0.73	95.67
8	31/03/2024	10	1	6	5	5.5	23.7	57.18	2.55	95.54
8	31/03/2024	10	1	5.5	4.7	5.1	20.4	54.1	2.69	95.03
9	14/04/2024	1	1	11.5	10.5	11	95.0	59.76	4.88	91.83
9	14/04/2024	1	1	11.5	10	10.75	90.7	79.89	5.64	92.94
9	14/04/2024	1	1	11	10	10.5	86.5	68.21	5	92.67
9	14/04/2024	2	1	10	9.5	9.75	74.6	84.48	3.87	95.42
9	14/04/2024	2	1	9.5	9.2	9.35	68.6	41.05	3.36	91.81
9	14/04/2024	3	1	9.7	9	9.35	68.6	36.29	2.64	92.73
9	14/04/2024	3	1	8.5	8.3	8.4	55.4	50.23	2.8	94.43
9	14/04/2024	3	1	8.6	8.2	8.4	55.4	24.46	2.24	90.84
9	14/04/2024	6	1	10.3	6.3	8.3	54.1	41.77	3.15	92.46
9	14/04/2024	6	1	8.8	7.5	8.15	52.1	50.33	2.8	94.44
9	14/04/2024	6	1	9	7	8	50.2	18.57	3.09	83.36
9	14/04/2024	7	1	8	8	8	50.2	33.57	1.95	94.19
9	14/04/2024	8	1	8.3	7.5	7.9	49.0	26.79	2.75	89.73
9	14/04/2024	8	1	7	6	6.5	33.2	16.72	1.8	89.23
9	14/04/2024	8	1	8	4.5	6.25	30.7	8.22	1.49	81.87
9	14/04/2024	8	1	6.3	5.8	6.05	28.7	19.34	1.15	94.05
9	14/04/2024	8	1	6.5	5	5.75	26.0	20.85	1.21	94.20
9	14/04/2024	10	1	5.6	5.3	5.45	23.3	22.09	0.96	95.65
9	14/04/2024	10	1	5.5	5	5.25	21.6	8.01	1.43	82.15
10	28/04/2024	1	1	10	9	9.5	70.8	35.86	3.23	90.99

10	28/04/2024	1	1	9	6.5	7.75	47.1	24.16	1.15	95.24
10	28/04/2024	1	1	8.9	6.3	7.6	45.3	22.31	1.2	94.62
10	28/04/2024	1	1	7.8	7	7.4	43.0	19.4	1.32	93.20
10	28/04/2024	3	1	7.8	6.9	7.35	42.4	20.54	1.09	94.69
10	28/04/2024	3	1	7.9	5.2	6.55	33.7	21.37	1.03	95.18
10	28/04/2024	5	1	6.5	6.5	6.5	33.2	15.15	0.74	95.12
10	28/04/2024	6	1	6	5.4	5.7	25.5	7.21	0.49	93.20
10	28/04/2024	6	1	5.6	5.5	5.55	24.2	11.84	1.04	91.22
10	28/04/2024	6	1	5.5	4.8	5.15	20.8	8.3	0.83	90.00
10	28/04/2024	6	1	5	4.6	4.8	18.1	9.27	0.9	90.29
10	28/04/2024	7	1	4.9	4.6	4.75	17.7	9.18	1.05	88.56
10	28/04/2024	8	1	6	3.2	4.6	16.6	9.3	0.94	89.89
10	28/04/2024	8	1	4.5	4	4.25	14.2	5.69	0.61	89.28
10	28/04/2024	9	1	4	3.5	3.75	11.0	10.05	0.79	92.14

Anexo 9. Datos de las variables climáticas obtenidos de la estación meteorológica del distrito de Ccatcca.

Fechas	Numero de cosechas	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura amplitud (°C)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa (%)	Precitación (mm)	Biomasa (gr/m2)
29/01/2024	1	18.8	5.5	13.3	12.31	79.48	31.80	10.11
10/02/2024	2	19.4	4	15.4	11.50	82.06	80.30	6.19
17/02/2024	3	19	4.5	14.5	11.68	82.09	22.60	12.61
25/02/2024	4	18.8	4	14.8	11.74	83.09	42.70	28.54
1/03/2024	5	16.6	6	10.6	11.44	84.70	20.70	11.86
9/03/2024	6	19.4	5	14.4	11.90	82.85	5.00	6.65
16/03/2024	7	19.6	3	16.6	12.04	77.64	63.60	4.37
31/03/2024	8	18.2	4.5	13.7	11.31	81.63	84.60	1.82
14/04/2024	9	20	1.5	18.5	10.70	78.64	48.40	2.90
28/04/2024	10	20	0.5	19.5	11.38	76.74	2.50	0.91
Promedio/total		18.98	3.85	15.13	11.60	80.89	402.20	8.60

Anexo 10. Correlograma de variables climáticas con biomasa de hongo

