

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES (*Pleurotus ostreatus*) EN CUATRO DIFERENTES SUSTRATOS, BAJO CONDICIONES DEL CENTRO POBLADO DE IVOCHOTE – ECHARATI - LA CONVENCIÓN – CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. ANALY RIVERA CHAVEZ

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE: INGENIERO AGRONOMO**

ASESOR:

MG. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

**CUSCO – PERÚ
2026**

INFORME DE SIMILITUD

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

El que suscribe, el Asesor Miguel Luis Justino Lizarraga Valencia
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: PRODUCCION DE HONGOS COMESTIBLES
(Pleurotus ostreatus) EN CUATRO DIFERENTES SUSTRATOS, BAJO
CONDICIONES DEL CENTRO POBLADO DE IVUCHOTE - ECHARATI -
LA CONVENCION - CUSCO.

Presentado por: Br. ANALY RIVERA CHAVEZ DNI N° 73944399;
presentado por: _____ DNI N°: _____
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRÓNOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2..... 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 9.....%.

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.	X
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, 02 de JUNIO de 2026



Firma

Post firma LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

Nro. de DNI 23902170

ORCID del Asesor: 000-00001-5600-7998

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259-595425785

TESIS - ANALY RIVERA CHAVEZ OBSERVACIONES LEVANTADAS FINAL FINAL.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:595425785

92 páginas

Fecha de entrega

28 may 2026, 8:42 p.m. GMT-5

21.152 palabras

Fecha de descarga

1 jun 2026, 7:27 p.m. GMT-5

117.769 caracteres

Nombre del archivo

TESIS - ANALY RIVERA CHAVEZ OBSERVACIONES LEVANTADAS FINAL FINAL.pdf

Tamaño del archivo

1.7 MB

9% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas

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

Este trabajo es dedicado especialmente a mi familia:

Mi madre Marcela Chavez Pereyra por, confiar en mí, por estar en las buenas y sobre todo en las malas, por estar ahí siempre, por su apoyo incondicional y su gran amor.

A mi padre Juan Jose Rivera Pedraza por la motivación que siempre me brindo, por sus consejos de vida.

A ellos mis padres que me han enseñado el valor de la vida, pilares fundamentales en el logro de mis metas, gracias por hacer de mí la persona que soy.

A mi hermano Jeferson Rivera Chavez por su apoyo incondicional.

A una persona muy especial quien me enseñó a valorar los resultados de mis esfuerzos, por ser mi amigo y compañía, ¡Por darme soluciones cuando me veía estresada! ¡Gracias por creer en mí y estar presente!

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, mediante la facultad de Agronomía y Zootecnia, quienes al brindarme un segundo hogar donde se me permitió mi desarrollo en mi vida profesional.

A mi asesor, Mg. Luis Justino Lizárraga Valencia, por brindarme el asesoramiento y apoyo en este proyecto.

A los docentes de la facultad de Agronomía y Zootecnia por sus enseñanzas y lecciones transmitidas.

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la ejecución de este trabajo.

A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	ix
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	1
1.2. Formulación del problema objeto de investigación	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1. Objetivos	3
2.2. Justificación	3
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general	5
3.2. Hipótesis específicas.....	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes	6
4.2. Bases teoricas	11
4.3. Definición de términos.....	38
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	41
5.1. Tipo de investigación	41
5.2. Ubicación espacial	41
5.3. Materiales y métodos	41
5.4. Metodología	42
5.5. Evaluación de variables	46
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	49
6.1. RESULTADOS.....	49
6.2. Discusión	65

VII.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	67
7.1.	CONCLUSIONES	67
7.2.	SUGERENCIAS	68
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	ANEXOS	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Contenido nutricional de <i>Pleurotus</i> spp.....	17
Tabla 2 <i>Nutritional de Pleurotus spp. frescos</i>	18
Tabla 3 <i>Nutritional de Pleurotus spp. deshidratados</i>	18
Tabla 4 <i>Contenido nutricional de Pleurotus ostreatus</i>	19
Tabla 5 <i>Valores ambientales ideales para el desarrollo de Pleurotus spp.</i>	22
Tabla 6 Composición nutricional del rastrojo de maíz (<i>Zea mays</i>)	32
Tabla 7 Composición química de la pulpa de café (<i>Coffea arábica</i>)	33
Tabla 8 Composición nutricional de la cascara de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	34
Tabla 9 Composición nutricional de la hoja de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	35
Tabla 10 <i>Tratamientos en estudio</i>	43
Tabla 11 <i>Distribución de unidades experimentales</i>	44
Tabla 12 <i>Datos de rendimiento (en kg/Tn de sustrato)</i>	49
Tabla 13 <i>ANVA (análisis de varianza)</i>	49
Tabla 14 <i>Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos</i>	50
Tabla 15 <i>Comparaciones Tukey del rendimiento de Pleurotus ostreatus</i>	50
Tabla 16 <i>Peso promedio (gr) por basidiocarpos de Pleurotus ostreatus</i>	52
Tabla 17 <i>Cuadro ANVA (análisis de varianza) del peso promedio por basidiocarpos de Pleurotus ostreatus en cuatro sustratos diferentes</i>	52
Tabla 18 <i>Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos</i>	53
Tabla 19 <i>Comparaciones Tukey del peso promedio por basidiocarpos de Pleurotus ostreatus en cuatro sustratos diferentes</i>	53
Tabla 20 <i>Número de basidiocarpos de Pleurotus ostreatus</i>	55
Tabla 21 <i>Cuadro ANVA (análisis de varianza)</i>	55
Tabla 22 <i>Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos</i>	56
Tabla 23 <i>Comparaciones Tukey del número de basidiocarpos de Pleurotus ostreatus</i>	56
Tabla 24 <i>Eficiencia biológica (%) de Pleurotus ostreatus</i>	58
Tabla 25 <i>Cuadro ANVA (análisis de varianza) de la eficiencia biológica de Pleurotus ostreatus en cuatro sustratos diferentes</i>	58
Tabla 26 <i>Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos</i>	59
Tabla 27 <i>Comparaciones Tukey de la eficiencia biológica</i>	59
Tabla 28 <i>Tasa de productividad (%/ día)</i>	61

Tabla 29 Cuadro ANVA (análisis de varianza) de la tasa de productividad de <i>Pleurotus ostreatus</i> en cuatro sustratos diferentes	61
Tabla 30 Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos.....	62
Tabla 31 Cuadro de comparaciones Tukey de la tasa de productividad	62

RESUMEN

La investigación intitulada “PRODUCCION DE HONGOS COMESTIBLES (*Pleurotus ostreatus*) EN CUATRO DIFERENTES SUSTRATOS, BAJO CONDICIONES DEL CENTRO POBLADO DE IVOCHOTE – ECHARATI - LA CONVENCION – CUSCO”.

Teniendo por objetivo: determinar el rendimiento, el número, peso promedio, la eficiencia biológica y la tasa de productividad del hongo; producidos en rastrojo de maíz, pulpa de café, cascara de cacao y rastrojo de plátano.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro sustratos diferentes (O - M, O - CF, O - P, O - C) y diez repeticiones para cada uno (tratamiento), haciendo un total de 40 unidades experimentales; los sustratos fueron previamente picados y pasteurizados para reducir microorganismos competidores, posteriormente inoculados con cepas de *Pleurotus ostreatus* y mantenidos bajo condiciones controladas.

Respecto a los resultados ,el tratamiento con mayor rendimiento fue en pulpa de café (O-CF) con resultado de 388.86 kg/tn de sustrato; en cuanto al peso de basidiocarpos, el tratamiento con promedio fue en rastrojo de plátano (O-P) con 28.63 gr, respecto al número de basidiocarpos el tratamiento presentando mayor numero fue en pulpa de café (O-CF) con 36.20 unidades, sobre la eficiencia biológica y tasa de productividad los tratamientos en pulpa de café (O-CF) con 38.87 % y en pulpa de café (O-CF) con 42.27 % respectivamente.

Se concluyó que el tipo de sustrato influyó en la producción de *Pleurotus ostreatus*, destacando la pulpa de café como el sustrato más eficiente bajo condiciones del centro poblado de Ivochote.

Palabras clave: Producción de hongos, Rendimiento, Sustratos, Basidiocarpos.

INTRODUCCIÓN

Los hongos comestibles constituyen un grupo de gran importancia nutricional y económica, debido a su elevado contenido de proteínas, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos beneficiosos para la salud humana. A nivel mundial, se han identificado más de 110 especies de hongos aptos para el consumo humano, entre las cuales destaca *Pleurotus ostreatus*, conocido por su alto valor proteico, que puede oscilar entre el 17 % y 42 %, superando en algunos casos el contenido proteico de diversos vegetales tradicionales. Estas características convierten a este hongo en una alternativa alimenticia sostenible y de alto valor nutricional.

El hongo *Pleurotus ostreatus* se caracteriza por su amplia capacidad de adaptación a distintas condiciones ambientales y por su eficiencia en el aprovechamiento de sustratos de origen lignocelulósico. En este sentido, la provincia de La Convención, ubicada en la región Cusco, presenta condiciones agroecológicas favorables para el desarrollo del cultivo de hongos comestibles, constituyéndose en una zona con alto potencial para la producción de *Pleurotus ostreatus* como alternativa productiva con valor económico y social.

Una de las principales ventajas del cultivo de *Pleurotus ostreatus* es su capacidad para crecer sobre residuos agrícolas, contribuyendo al aprovechamiento de desechos y a la reducción del impacto ambiental. Entre los sustratos más utilizados se encuentran los rastrojos de los cultivos de maíz (*Zea mays*), café (*Coffea arábica*), cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca*), los cuales presentan un elevado contenido de celulosa y hemicelulosa, componentes esenciales para el crecimiento y desarrollo de este hongo. Asimismo, *Pleurotus ostreatus* posee la habilidad de degradar eficientemente diversos materiales vegetales como cáscaras, semillas y restos de madera, facilitando su producción a bajo costo.

Los hongos del género *Pleurotus* son considerados entre los más fáciles y económicos de producir, debido a su rápida colonización del sustrato, alta productividad y baja exigencia tecnológica, características que favorecen su adopción por pequeños productores. Adicionalmente.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos bajo condiciones del centro poblado de Ivochote, distrito de Echarati,

provincia de La Convención, región Cusco, con la finalidad de generar información técnica que contribuya a fomentar su cultivo y promover su incorporación en la dieta alimenticia de la población, fortaleciendo la seguridad alimentaria y el aprovechamiento sostenible de los recursos locales.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

En las parcelas de los agricultores; a nivel de la región del Cusco; grandes cantidades de residuos agrícolas son desechados y en muchos casos tienden a contaminar el medio ambiente, estos residuos pueden ser aprovechadas para cultivar el hongo (*Pleurotus ostreatus*) y generar un ingreso a la canasta familiar.

Teniendo en cuenta que en la zona se encuentra en abundancia los sustratos en estudio cabe introducir esta actividad de producción de hongos en uno de las actividades de los hermanos agricultores tanto para su alimentación como para generar más ingreso económico en su hogar y de esta forma mejorar la calidad de vida de sus familias, tener una vida más saludable y tener otras oportunidades de emprender quizá algún negocio o ampliar su frontera agrícola.

El desarrollo de las actividades productivas en cultivos agrícolas a nivel de la región del Cusco genera grandes cantidades de residuos las cuales son considerados de bajo valor económico y por ende únicamente se dejan en los campos de cultivo. Uno de los cultivos que tiene mayor importancia es el maíz, del cual una parte de los restos agrícolas son destinados para la alimentación del ganado y la otra parte se queda en el campo. En zonas tropicales y subtropicales, sucede lo mismo con el cultivo de café, del cual una parte de toda la cascarilla o pulpa obtenida es utilizada para la elaboración de compost y la otra parte es desechado a los ríos generando así una contaminación o simplemente se deja en el lugar del despulpado; esto sucede con la mayoría de cultivos así como la quinua, papa, plátano y muchos otros residuos los cuales pueden ser aprovechados para el cultivo de (*Pleurotus ostreatus*) y otros hongos comestibles (**Ministerio del Ambiente, 2022**).

En este contexto, el cultivo de hongos comestibles como *Pleurotus ostreatus* se presenta como una alternativa con alto potencial nutricional y económico, debido a su elevado contenido proteico y a su capacidad para desarrollarse sobre sustratos lignocelulósicos de origen agrícola. No obstante, en el centro poblado de Ivochote no se cuenta con información técnica que permita conocer el comportamiento productivo de *Pleurotus ostreatus* en sustratos disponibles localmente, como maíz, café, cacao y plátano, bajo condiciones controladas del centro poblado.

La falta de conocimiento sobre el desarrollo y la producción de *Pleurotus ostreatus* en estos sustratos limita la adopción de esta actividad como una alternativa real para mejorar la seguridad alimentaria y generar ingresos adicionales en las familias agricultoras.

Por ello, surge la necesidad de evaluar la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos bajo condiciones del Centro Poblado de Ivochote, distrito de Echarati, provincia de La Convención, región Cusco, con la finalidad de identificar opciones productivas que contribuyan al aprovechamiento de residuos agrícolas, a la mejora de la alimentación y al fortalecimiento de la economía familiar.

1.2. Formulación del problema objeto de investigación

1.2.1. Problema general

¿Cómo es la producción de hongos (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano) , bajo condiciones del Centro Poblado de Ivochote – Echarati – La Convención – Cusco, ¿cuánto es el rendimiento, peso, número, eficiencia biológica y tasa de productividad del hongo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuánto es el rendimiento del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) producidos en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano)?
- b) ¿Cuánto es el peso promedio de basidiocarpos que permite establecer la calidad de producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano)?
- c) ¿Cuánto es el número de basidiocarpos producidos del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro sustratos diferentes (maíz, café, cacao, plátano)?
- d) ¿Cuánto es la eficiencia biológica del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro sustratos diferentes (maíz, café, cacao, plátano)?
- e) ¿Cuánto es la tasa de productividad del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro sustratos diferentes (maíz, café, cacao, plátano)?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano) bajo condiciones del Centro Poblado de Ivochote – Echarati – La Convención – Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el rendimiento del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) producidos en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano).
- b) Determinar el peso promedio de basidiocarpos que permite establecer la calidad de producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano).
- c) Determinar el número de basidiocarpos producidos del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano).
- d) Determinar la eficiencia biológica del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro sustratos diferentes (maíz, café, cacao, plátano).
- e) Determinar la tasa de productividad del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro sustratos diferentes (maíz, café, cacao, plátano).

2.2. Justificación

La presente investigación se justifica desde el punto de vista **social**, ya que el estudio de la producción de hongos comestibles en diferentes sustratos contribuye a la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y seguras, orientadas al fortalecimiento de la seguridad alimentaria, el cultivo de *Pleurotus ostreatus* representa una alternativa viable para comunidades rurales y urbanas, al permitir la diversificación de la producción agrícola y facilitar el acceso a una fuente alimenticia de alto valor nutricional. Asimismo, el desarrollo de métodos de cultivo accesibles y de bajo costo favorece el aprovechamiento eficiente de recursos agrícolas disponibles, generando beneficios directos para la población y promoviendo el uso responsable de los residuos orgánicos.

La justificación **ambiental** se sustenta en los beneficios que aporta el cultivo de *Pleurotus ostreatus* a la gestión sostenible de los recursos naturales, este hongo posee la capacidad de degradar eficientemente residuos agrícolas y forestales, transformándolos en un recurso útil para la producción de alimentos. El uso de

sustratos alternativos de origen lignocelulósico contribuye a la reducción de residuos orgánicos, disminuye la dependencia de insumos químicos y favorece la conservación del suelo, coadyuvando a la mitigación de la contaminación ambiental y al manejo responsable de los ecosistemas.

Desde el enfoque **metodológico**, la investigación se justifica porque permite analizar y optimizar los factores que influyen en el crecimiento y rendimiento de los hongos comestibles en diferentes sustratos, bajo condiciones controladas de laboratorio, la aplicación de un diseño experimental riguroso posibilita establecer comparaciones objetivas entre los sustratos evaluados, generando información científica confiable. Los resultados obtenidos aportan evidencia técnica que sirve de base para futuras investigaciones y para la implementación de tecnologías orientadas al desarrollo de sistemas productivos sostenibles y al aprovechamiento eficiente de residuos orgánicos.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) presenta diferencias significativas al ser cultivada en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao y plátano) , bajo condiciones del Centro Poblado de Ivochote, distrito de Echarati, La Convención, Cusco.

3.2. Hipótesis específicas

- a) El rendimiento del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) producidos en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano) varía de acuerdo a los residuos de cosecha utilizadas.
- b) El peso promedio de basidiocarpos que permite establecer la calidad de producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano) es el adecuado.
- c) El número de basidiocarpos producidos del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos (maíz, café, cacao, plátano) varía según el tiempo de descomposición de los residuos orgánicos utilizados.
- d) La eficiencia biológica del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro sustratos diferentes (maíz, café, cacao, plátano) depende del peso de basidiocarpos.
- e) La tasa de productividad del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro sustratos diferentes (maíz, café, cacao, plátano) es alta.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Antecedentes internacionales

Cueva (2018) en su investigación “Aprovechamiento de residuos de plátano, cacao y maíz como sustratos para la producción del hongo “*Pleurotus ostreatus*”, en la comunidad La Magdalena de Francisco de Orellana” -Ecuador, cuyo objetivo ha sido determinar si los residuos de cacao, maíz, plátano y el mixto conformado por los tres residuos son idóneos para la producción del hongo “*Pleurotus ostreatus*”. En la metodología, los sustratos iniciales, remanentes y cuerpos fructíferos obtenidos, se evaluaron con un análisis bromatológico, la producción se analizó a partir de los siguientes parámetros: rendimiento, eficiencia biológica y precocidad. Los resultados fueron comparados a través de un diseño completamente al azar. El análisis estadístico determinó que la cáscara de cacao es el mejor sustrato para el cultivo de “*Pleurotus ostreatus*”, con una producción media de 262.49 g, un rendimiento de 23.86%, una eficiencia biológica de 90.24% y un tiempo de precocidad de 19 días, los cuerpos fructíferos de “*Pleurotus ostreatus*” analizados registraron porcentajes adecuados de proteína (25.4%), por lo tanto, las setas cosechadas son consideradas como un alimento que tiene un importante valor nutritivo apto para el consumo humano. Se concluyó que los residuos de cacao, maíz, plátano y el mixto registraron porcentajes de rendimiento y eficiencia biológica de 10% y 50% respectivamente, por lo tanto, estos residuos pueden ser utilizados como sustratos para la producción de hongos comestibles “*Pleurotus ostreatus*”.

Lindao (2016) - Ecuador, en su investigación “Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cultivado con sustratos de cáscara de cacao, plátano, coco y raquis de palma africana” tuvo el propósito de determinar la Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cultivado en diferentes sustratos. En la metodología, utilizando el diseño al azar, con seis repeticiones por tratamiento, los sustratos utilizados en Crecimiento Radial fueron, T1 (PDA), T2 (PDA + Cáscara de cacao), T3 (PDA +Raquis de Palma), T4 (PDA + Cáscara de Plátano), T5 (PDA + Cáscara de Coco), siendo el T5 el mejor tratamiento con medidas de 66.83 mm a las 168 horas, mientras que en producción de las setas del *Pleurotus ostreatus* T1 (Cáscara de Cacao), T2 (Raquis de Palma), T3 (Cáscara de Plátano), T4 (Cáscara de Coco) el que obtuvo la mayor producción

fue el T1 con 164.13g/kg de sustrato. En los resultados, se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) a la prueba de Tukey. Concluyendo que los sustratos con mayor cantidad de compuestos lignocelulósicos son los mejores para la obtención de semilla y producción del hongo *Pleurotus ostreatus* con mayor porcentaje de proteína, para considerarse como un alimento proteico, mientras que en sustratos que conservan la humedad tienen una excelente producción.

Abril (2022) – Ecuador, en su investigación “Producción del Hongo Ostra *Pleurotus ostreatus* a partir de residuos de café (*Coffea arabica*) provincia del Azuay, cantón Santa Isabel, comunidad Guayara” donde el propósito fue evaluar el rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* en base a residuos del café para el manejo de los desechos agroindustriales generados por cafetaleras. En la metodología, se partió por la obtención del micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* a nivel de laboratorio utilizando tres tipos de sustratos como cascarilla de café, bagazo de caña y tusa de maíz, se definieron 6 distintos tratamientos con 3 repeticiones, a partir de esto, se evaluó la eficiencia de los sustratos a base de residuos de café para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. Los resultados obtenidos en estudio, indican que los porcentajes de colonización se realizaron durante 30 días, donde se demostraron que los tratamientos T2, T1 y T3 alcanzaron valores del 100%, mientras que el T5 y T6 tardaron más tiempo. Además, en el análisis estadístico mediante el ANOVA se tomó la decisión de rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la nula debido que los valores de los tratamientos son aptos para el desarrollo del cultivo del hongo, mientras que la prueba de Tukey no se hallaron valores diferentes significativos. Con respecto a la eficiencia biológica y tasa de producción presentaron mejor resultado el T2, T5 y T1.

En cuanto a la relación B/C, se consiguió que el T2 y T5 sean los más viables.

4.1.2. Antecedentes nacionales

Díaz et al. (2019) en su investigación “Producción de *Pleurotus ostreatus* (*Pleurotaceae*) ICFC 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos” tuvo el objetivo de evaluar la producción de *Pleurotus ostreatus* usando como sustrato para su cultivo los residuos lignocelulósicos paja de arroz (PA), bagazo de caña de azúcar (BC), coronta de maíz (CM) y residuos de la poda de pasto de parques (RP). Se usó un diseño completamente al azar (DCA) conformado con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron incubados bajo oscuridad a una temperatura de 28°C. Los resultados demostraron que los el

sustrato conformado por bagazo de caña de azúcar (BC) obtuvo los mayores porcentajes de EB y R con 16.77% y 0.90% respectivamente. Concluyéndose que, la mayor producción de *Pleurotus ostreatus* se obtuvo al usar bagazo de caña de azúcar como sustrato, alcanzando una eficiencia biológica de 16,77% y un rendimiento de 0,90%.

Tome (2019) en su investigación “Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre sustratos a base del residuo de las áreas verdes de la Universidad Nacional del Callao” cuyo propósito fue determinar el mejor sustrato a base del césped residual de jardines para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. En los resultados, se determinó la velocidad de crecimiento de 7,80 mm/día a 28 °C sobre el medio de cultivo agar papa dextrosa, tiempo de invasión total del micelio de 15 días sobre los diferentes granos de cereales y; en relación a la producción y eficiencia biológica promedio se obtuvo: 199,800 g del hongo/ kg de sustrato y 82,562 % con el sustrato de 100 % de césped residual de C/N igual a 20,37, 117,800 g/kg de sustrato y 48,678% con el sustrato de 63,5 % de césped más 36,5 % de viruta fina de relación C/N igual a 30, 49,800 g del hongo/kg de sustrato y 20,579 % con el sustrato de 36,5 % de césped con 63,5 % de viruta fina de relación C/N igual a 43,4 y, finalmente sin producción de cuerpos fructíferos con el sustrato de 100% de viruta fina de relación C/N igual a 94,12. En conclusión, el mejor sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, validado estadísticamente por el ANOVA para $\alpha=0,05$, es el sustrato compuesta por 100% de césped residual de jardines de la Universidad Nacional de Callao.

Córdova (2021) – Lima, en su investigación “Productividad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en sustrato de café y determinación del valor nutricional” cuyo propósito fue evaluar la productividad y valor nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* en sustrato de café. En lo metodológico, fue una investigación experimental. En los resultados, Los valores de los parámetros referidos a la productividad del hongo *Pleurotus ostreatus* fueron: Eficiencia biológica (EB) 8.39%, tasa de producción (TP) 13.10% y el rendimiento (R) 5.16, referente a los cuerpos fructíferos estos presentaron características estándar de la especie. El análisis proximal de la harina del hongo arrojó 30.49% de proteína, 50.1% carbohidratos, 11.13 de fibra cruda, 7.23% de cenizas y 1% de grasa. Concluyéndose que, la productividad del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en sustrato de café es baja utilizando una proporción de inóculo del 0.83% del sustrato

húmedo. El cómputo de aminoácidos indicó a la harina del hongo *Pleurotus ostreatus* como un recurso de alto valor proteico, pues posee todos los aminoácidos esenciales.

4.1.3. Antecedentes locales

Quispe (2021) en su investigación “Producción del Hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) utilizando diferentes tipos de sustratos en el centro agronómico K’ayra - San Jerónimo – Cusco” tuvo como objetivo de evaluar la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos para poder recomendar el mejor sustrato. Se evaluó el rendimiento, eficiencia biológica, número de basidiocarpos, tasa de productividad de *Pleurotus ostreatus*. Como metodología se utilizó el diseño experimental completamente al azar (DCA) con 10 tratamientos y 4 repeticiones en paquetes de 1kg de peso de sustrato húmedo, para hacer un total de 40 unidades experimentales, para el análisis estadístico se realizó la varianza unifactorial ANOVA con una significancia de 95% y la prueba tukey en el programa infostat. Las variables de la respuesta fueron: rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* (g), número de basidiocarpos, eficiencia biológica (%), tasa de productividad (%). Como conclusiones, para rendimiento el T1 (papa100%) obtuvo el mejor resultado con 720.34 gr; para número de basidiocarpos el tratamiento con rastrojos de papa al 50%; cebada 50% ocupa el primer lugar con un número promedio de (25.75); para la eficiencia biológica el tratamiento con rastrojos de cebada al 100% ocupa el primer lugar con (139.07%); para tasa de productividad se concluye que el tratamiento con rastrojos de cebada al 100% ocupa el primer lugar con (1.78%).

López (2022) en su investigación “Producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos, bajo condiciones de laboratorio del centro Agronómico K’ayra – San Jerónimo – Cusco” tuvo el propósito de determinar el rendimiento del hongo producido en cuatro sustratos, determinar la calidad de producción mediante el peso promedio por basidiocarpo, evaluar la característica morfológica del hongo: número de basidiocarpos por efecto de cuatro sustratos a partir de residuos de cosecha (restos vegetales), establecer la eficiencia biológica y tasa de productividad del hongo y por último determinar el porcentaje de degradación de los sustratos en el presente estudio. Referente al apartado metódico, se tuvo 4 tratamientos con 6 repeticiones cada uno y con un total de 24 unidades experimentales. Respecto a los resultados, el tratamiento que presentó

mayor rendimiento fue el tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de maíz (O – M), cuyo resultado de rendimiento fue de 298.61 kg; respecto al peso promedio por basidiocarpo con el cual se determinó la mejor calidad de producción, el tratamiento que obtuvo mayor valor fue el tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de haba (O – H) con un valor de peso promedio por basidiocarpo de 22.05 gr. En cuanto al número de basidiocarpos quien presentó mayor resultado fue el tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de maíz (O – M) en el cual se obtuvo el valor de 21.68 basidiocarpos. Respecto a la eficiencia biológica y tasa de productividad, los tratamientos que obtuvieron el primer lugar en ambos casos fue el tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo maíz (O – M) con valores de 27.52 % y 0.29 % respectivamente; finalmente, el tratamiento que presentó mayor porcentaje de degradación del sustrato fue el que estuvo compuesto por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de maíz (O – M) con un valor de 48.43 %.

Ancoco (2012) en su investigación “Evaluación del crecimiento y producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres diferentes residuos agroindustriales de la provincia de Abancay” propuso fue evaluar el crecimiento y producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres residuos agroindustriales: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) y aserrín común. En la metodología, se empleó un diseño experimental basado en la combinación factorial de tres sustratos y un micelio (3xl) con cuatro repeticiones. Como resultados, el mejor sustrato para el hongo *Pleurotus ostreatus* fue el aserrín común, con una eficiencia biológica del 79,65 %, un tiempo de corrida de micelio de 20,5 días y un tiempo de producción de 42 días en las tres cosechas, con un peso promedio de 796,475 g. y un rendimiento de 6,625 kg. por m² de sustrato; seguido del sustrato de bagazo de caña de azúcar con una eficiencia biológica de 35,175 %, un tiempo de corrida de micelio de 28,25 días y un tiempo de producción de 52 días en las tres cosechas, con un peso promedio de 381,55g y un rendimiento de 3,2 kg por m² de sustrato; por último, en la cascara de papa no se obtuvo resultado.

4.2. Bases teoricas

4.2.1. Los hongos

Generalidades de los hongos

Carranza (2006) menciona que todos los hongos pertenecen al reino Fungí, un grupo muy diferente al de las plantas y animales. Contrario de las plantas, los hongos no producen su propio alimento, sino que dependen de otros organismos y su descomposición para alimentarse; estos pueden ser saprófitos, simbióticos o parásitos. Forman hifas las cuales son pequeños hilos que se originan de las esporas. Las hifas, al expandirse y desarrollarse, formarán una masa blanca y algodonosa llamada micelio, la cual dará lugar a las estructuras reproductivas.

El hongo está constituido por el micelio, mientras que los cuerpos fructíferos (basidiocarpos) son las estructuras que se observan a simple vista sobre el sustrato. Su principal función es la de producir esporas para ser diseminadas en el medio ambiente. Los cuerpos fructíferos son estacionales de corta vida, al contrario del micelio, el cual puede permanecer en el sustrato por cientos de años.

Deacon (1998) señala que los hongos forman el reino fungí, que incluye tanto organismos macroscópicos como microscópicos y que poseen características comunes, entre las que se pueden mencionar: tienen células eucarióticas, son heterótrofos, portadores de esporas, carencia de clorofila y tejidos de conducción, nutrición por absorción y reproducción sexual, asexual o ambas.

Deacon (1990) señala que todos los hongos son heterótrofos (Quirruoorganotrófos), es decir, requieren materia orgánica preformada que utilizan como fuente de energía y de carbono para la síntesis de estructuras celulares debido a la rígida pared celular, no puede fagocitar al alimento: más bien, absorben nutrientes simples y solubles que obtiene mediante la degradación de polímeros complejos con enzimas extra celulares que liberan al medio. Dentro de los hongos microscópicos están los mohos, las levaduras, los hongos de interés médico y los hongos fitopatógenos; y los macroscópicos lo comprenden los hongos comestibles, los alucinógenos, los venenosos, etc.

4.2.2. Concepto de hongo

Sánchez y Royse (2001) determinan que los hongos son organismos que poseen células eucariotas, son heterótrofos, portadores de esporas y carecen de clorofila, abarcan más de 1000 especies reunidas en 20 clases, se distinguen los hongos sin pared celular Myxomicota y hongos verdaderos o Eumycota. Su forma de

reproducción puede ser sexual o asexual. Con base en su tamaño y forma de crecimiento se distinguen los hongos macroscópicos y los microscópicos. Dentro de estos últimos están comprendidos los mohos, las levaduras y los hongos Fito patógenos; dentro de los macroscópicos están considerados los hongos comestibles, los alucinógenos, los venenosos, etc.

Mata (2005) indica que el hongo está constituido por el micelio, mientras que los cuerpos fructíferos son las estructuras que se observan a simple vista sobre el sustrato. Su principal función es producir esporas para ser diseminadas en el medio ambiente. Los cuerpos fructíferos son estacionales y de corta vida, al contrario del micelio, el cual puede permanecer en el sustrato por cientos de años.

Guzmán (2000) clasifica a los hongos en función de su forma de nutrición, los hongos se dividen en tres grandes grupos:

Los saprófitos, que se alimentan de materia orgánica muerta (mayoría de los hongos comestibles).

Los parásitos, que se alimentan de materia orgánica viva.

Los simbioses (micorrízicos), que subsisten solo en relación de mutua ayuda con otros organismos.

4.2.3. Clasificación de los hongos

Rojas (2004) divide a los hongos en tres grandes grupos. Los saprófitos que se alimentan de materia orgánica muerta; los parásitos que se alimentan de materia orgánica viva y los simbioses (micorrízicos), que subsisten sólo en relación simbiótica con algunos miembros que pertenecen al reino vegetal.

Miles y Chang (2004) indican que los hongos pueden ser divididos en cuatro categorías:

Aquellos que poseen una estructura carnosa y comestible, son catalogados como hongos comestibles ej. *Pleurotus ostreatus*.

Los hongos considerados de poseer alguna propiedad medicinal, ingresan a la categoría de Hongos medicinales.

Aquellos que han sido probados o se sospecha que poseen propiedades tóxicas son llamados Hongos No Comestibles ejemplo: *Amanita muscaria*.

Aquellos cuyas propiedades permanecen no definidas caen en la categoría de "Otros Hongos".

4.2.4. Generalidades de los hongos macromycetos

Ardón (2007) menciona que los hongos macromycetos o macroscópicos tienen la misma forma de crecimiento vegetativo en forma de hifas y micelio que los microscópicos, sin embargo, tienen la característica de formar un cuerpo fructífero visible aéreo (carpóforo), que es lo que mucha gente identifica como “hongo”. El cuerpo fructífero se compone de las siguientes partes: micelio primario, micelio secundario, píleo o sombrero, contexto o carne, estípite o tallo, el himeneo y las esporas, que pueden ser sexuales o asexuales.

Herrera (1998) menciona que algunos hongos pueden llegar a establecer interacciones de tipo simbiótico mutualista con células de las raíces de las plantas, a esta forma de interacción se le llama micorrizas.

4.2.5. Requerimientos nutricionales para el desarrollo de los macromycetos

Bonilla (2001) menciona que el carbono es una fuente generadora de energía y representa casi la mitad del peso seco de un hongo, lo cual indica la importancia de los compuestos carbonados para la célula fúngica. La celulosa es la fuente principal de carbohidratos compuestos como D-glucosa, sacarosa y maltosa, siendo estos azúcares solubles responsables del crecimiento vegetativo del hongo y facilitando la colonización del sustrato. Algunos hongos son capaces de utilizar ácidos orgánicos como fuente de carbono, pero en general, los hongos crecen deficientemente o no crecen si los ácidos son la única fuente de carbono.

Liu et. al (2009) determinan que *Pleurotus spp.* es un hongo cuya fuente de alimentación se basa en carbohidratos estructurales, debido a que posee enzimas capaces de romper enlaces de estructuras complejas como lo son la lignina, la celulosa y la hemicelulosa.

4.2.6. Hongos comestibles

Definición de hongos comestibles

Agrios (1995) menciona que los hongos comestibles pertenecen en su mayoría a la sub división Basidiomycotina y son cultivados bajo ambiente controlado, ya que al ser independientes de otros seres vivos solo basta desarrollar un sustrato lignocelulósico determinado y entregar las condiciones de temperatura, ventilación, humedad y luz adecuadas para lograr que estos hongos crezcan y fructifiquen.

Martínez (2000) dice que cuando se mencionan hongos comestibles, muchos piensan de inmediato en *Agaricus sp.* “Champiñón” u hongo de botón. Aunque

comercialmente es el que se cultiva con mayor frecuencia. *Agaricus sp* es apenas una de las especies de una extensa familia de setas que se consume por todo el mundo. Por ejemplo, en los trópicos, donde la producción del champiñón es extremadamente difícil, hay una considerable producción de otras especies como: *Volvariella volvacea*, *Pleurotus spp*.

Clasificación de los hongos comestibles de acuerdo al sustrato del que se alimentan.

García (2000) indica que de acuerdo al sustrato del que se alimentan se clasifican en:

Degradador Primario; puede utilizar como sustrato varios tipos de desechos forestales frescos, como pajas de cereales o aserrines y virutas. Entre los hongos cultivados que pertenecen al grupo de los degradadores primarios encontramos al *Pleurotus spp* y al Shitake (*Lentinus edodes*), entre muchos otros. A todos estos hongos se les conoce con el nombre de hongos exóticos y abarcan cerca de 60 especies diferentes.

Degradador Secundario; los sustratos pueden ser los mismos tipos de desechos anteriormente indicados, pero con un proceso de compostaje previo. Dentro de los hongos cultivados que pertenecen al grupo de los degradadores secundarios encontramos al champiñón común o de París (*Agaricus bisporus*), y, en general, a todas las especies del género *Agaricus*, muy comunes en los supermercados.

4.2.7. *Pleurotus ostreatus*

Generalidades del género *Pleurotus*

Sánchez y Royse (2001), confirman que el género *Pleurotus* representa un grupo de hongos grandes (basidiomicetos) cuyo nombre proviene del griego “Pleura” el cual quiere decir formado lateralmente o en posición hacia un lado y del latín otus (oreja).

Clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus*

Jiménez (2009) describe la clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino: Fungí

División: *Eumycota*

Subdivisión: *Basidiomycota*

Clase : *Homobasidiomycetes*

Subclase : *Hymenomycetidae*

Orden : *Agaricales*

Familia : *Pleurotaceae*

Género : *Pleurotus*

Especie estudiada: *Pleurotus ostreatus*

Nombre común: Seta de ostra

Figura 1

Partes del hongo Pleurotus ostreatus



Fuente. Obtenido de Romero (2022)

4.2.8. Descripción de *Pleurotus ostreatus*

Morfología

Soto et al. (2004) mencionan que las especies de *Pleurotus spp.* son de los hongos comestibles cuyo cultivo se ha extendido por más países, debido a que presenta características organolépticas favorables como es un sabor y textura suaves. Los volúmenes de producción de *Pleurotus* lo ubican en el tercer lugar mundial, se han dedicado pocos esfuerzos para desarrollar la tecnología para su cultivo. Si bien la producción de *Pleurotus* se realiza con procedimientos muy diversos, la mayor parte de ellos se caracteriza por un alto grado de empirismo.

Guzmán et al. (1993) indican que es conocido como seta, oreja blanca, hongo ostra *Pleurotus ostreatus* presenta un sombrero en forma de repisa, de 4-14 cm. de diámetro, blanquecino, gris o de color café grisáceo; las láminas son blanquecinas; presenta un pie lateral corto, que en ocasiones puede ser excéntrico; la carne o contexto es blanca o blanquecina, con sabor y olor agradables. Los cuerpos fructíferos crecen en forma gregaria y por lo general, sobre troncos caídos o en pie, o en diversos restos vegetales. Distribuido por todo el mundo con temperaturas y bosques tropicales.

Suárez (2004) indica que la carne es blanca, de olor algo fuerte, tierna al principio y después correosa.

Características

Bobek (1998) menciona que la seta de ostra, como otras setas, representa una fuente importante de selenio. El selenio es muy importante para el metabolismo humano, y ha demostrado ser uno de los micronutrientes que poseen un mayor efecto antioxidante y de protección contra algunos tipos cáncer. Su alto contenido en polisacáridos conlleva una acción beneficiosa sobre el sistema inmunológico.

Zadrazil (1974) indica que el micelio de este hongo puede crecer en una temperatura entre 0 y 35 °C, con temperatura óptima de 30 °C, y en un rango de pH entre 5,5 y 6,5 y se ha observado que después de cosechar los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, en los materiales usados como sustratos las cantidades finales de hemicelulosa, celulosa y lignina se han reducido en un 80% sugiriendo que todos los materiales que contienen estos compuestos, pobres en nitrógeno pueden ser usados como sustratos para *Pleurotus spp.*

Sánchez y Royse (2001) mencionan que el contenido de humedad en el sustrato para el desarrollo de los hongos debe estar entre el 50 y el 80%, la fructificación suele darse en condiciones normales cuando se tiene un 20% de oxígeno y una concentración de CO₂ no mayor de 800 ppm en el ambiente que circunda al hongo y la humedad relativa óptima para la fructificación de *Pleurotus ostreatus* es de 85 a 90%.

El cultivo de los hongos del género *Pleurotus spp.*, tiene un gran atractivo debido principalmente a que producen proteínas de alta calidad sobre un sustrato que consiste en materiales de desecho de carácter lignocelulósico, materiales producidos en gran cantidad en la actividad agrícola. A pesar de que la calidad de

las proteínas de los hongos no es tan alta como la proteína animal, se considera que la producción de ésta es más eficiente en términos de costos, espacio y tiempo.

Valor nutritivo de los hongos comestibles

Acosta y Bustos (1998) señalan que el mayor interés en el valor nutritivo de los hongos es la cantidad y calidad de la proteína. El contenido de proteína en promedio es de 3,5 a 4% en peso fresco y de 30 a 50% en peso seco. En comparación con el contenido de proteínas de otros alimentos, el de los hongos en fresco es el doble que el de los vegetales (excepto soya, frijoles y lentejas) y cuatro a doce veces mayor que el de las frutas, sin embargo, es inferior al de la carne, pescado, huevos y lácteos. Los hongos son ricos en varias vitaminas tales como tiamina (B1), ácido ascórbico (C), ácido nicotínico y pantoténico, riboflavina (B2) y vitamina K. La digestibilidad de la proteína de los hongos es un factor muy importante para determinar su valor dietético.

Botelho y Ramos (1985) mencionan que los hongos son alimentos de alto valor nutritivo, con bajo contenido de carbohidratos y grasas, y significativas cantidades de proteínas y vitaminas, la composición química varía de acuerdo a la especie de hongo y el cultivar evaluado. Además, los hongos son excelentes alimentos para dietas. Investigaciones muestran que 200 gramos de hongos secos son suficientes para el balance nutricional de un ser humano de 70 kilogramos.

Propiedades y valor nutricional de *Pleurotus spp*

El contenido nutricional en base a gramos de *Pleurotus spp.* se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 1

Contenido nutricional de *Pleurotus spp.*

Nombre	Peso
Calorías	14,0 g
Proteínas	1,9 g
Grasa	0,1 g
Calcio	6,0 mg
Fósforo	68,0 mg
Hierro	0,5 mg
Vitamina B1	0,1 mg
Vitamina B2	0,45 mg
Vitamina B3	4,2 mg
Vitamina C	3,0 mg

Fuente. <http://www.hongoscomestibles-Latinoamérica>

Collazos et al. (1996) comentan que además contiene algunos componentes como:

- Carbohidratos: 48.9 %
- Grasa: 2.2 %
- Riboflavina: 4.7 mg/100 g
- Niacina: 108.7 mg/100 g

Singer (1975) menciona que el hongo puede ser presentado en forma fresca, deshidratado. Constituye una producción ecológica, ya que genera alimento animal y humano a partir de residuos agrícolas.

Tabla 2

Nutritional de Pleurotus spp. frescos

Calorías	33	
Cantidades por porción (100g.)	% Recomendado diario	
Grasas totales	0 g	0%
Grasas saturadas	0 g	0%
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	33 mg	1%
Total, Carbohidratos Fibra dietética	3g	1%
	<1 g	3%
Azúcares	<1 g	
Proteínas	4.4g	
Vitamina A		0%
Vitamina C		0%
Calcio		0%
Hierro		0%

Fuente. <http://www.hongoscomestiblesLatinoamérica>

Tabla 3

Nutritional de Pleurotus spp. deshidratados

Cantidad en base a los	7 gramos	
Tamaño de la porción	% diario recomendado	
Calorías	25	
Total, grasas	0 g	0%
Grasas saturadas	0 g	0%
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	5 mg	1%
Total, carbohidratos	4 g	1%
Fibra	0.5 g	3%
Azúcares	0 g	
Proteínas	2 g	

Fuente. <http://www.hongoscomestiblesLatinoamérica>

Contenido proteico de *Pleurotus ostreatus*

Sánchez y Royse (2001) mencionan que el valor nutritivo de *Pleurotus ostreatus* ha sido reconocido desde hace mucho tiempo. Sus proteínas, las cuales contienen todos los aminoácidos, son de valor nutritivo más alto que las proteínas de las plantas, con una calidad muy cercana a la proteína animal. En adición a su valor como alimento rico en proteína, los hongos contienen carbohidratos poliméricos como el glucógeno y la quitina, y varios glúcidos simples (monosacáridos), como la glucosa, fructosa, galactosa, trealosa y muchos otros. Ellos son ricos en minerales como el potasio, el fósforo y el hierro. Contienen un amplio rango de vitaminas y son particularmente ricos en tiamina (B1), riboflavina (B2), así como ácido pantoténico (B3), ácido ascórbico (C), biotina (H). La riqueza en fibra cruda debe ser igualmente mencionada (Sánchez Vásquez, Royse, 2002). Las setas también tienen propiedades terapéuticas.

Monterroso (2009) asegura que la especie *Pleurotus ostreatus* tiene un índice nutricional (NI), de 25, el cual es comparable con los valores de NI del frijol, maní y repollo; una razón proteica neta (NPR), de 2.87, comparable con maíz, hojuelas de maíz (CornFlakes), y harina de trigo.

Tabla 4

*Contenido nutricional de *Pleurotus ostreatus**

Contenido	Cantidad
Proteína cruda	10-30 por ciento
Vitamina C	30-144 por ciento
Niacina	109mg./10g
Ácido fólico	65mg./100g
Potasio	306mg./100g

Fuente. Monterroso (2009)

4.2.9. Propiedades medicinales

Efecto antitumoral

Galindo (1996) dice que el *Pleurotus spp.* contiene cantidades importantes de polisacáridos de estructura molecular compleja, los cuales se le ha encontrado una importante cantidad antitumoral, es decir, se ha comprobado a nivel laboratorio que estas sustancias son capaces de retardar y disminuir el tamaño de algunos tipos de tumores, además de prevenir la formación de estos. El mecanismo consiste en

que estos polisacáridos actúan como potenciadores de las células de defensa que posteriormente destruyen las células cancerosas sin ocasionar efectos colaterales.

Menéndez y Lupu (2006) indican que en la mayor parte de los países desarrollados el cáncer es la segunda causa de mortalidad en la población y se considera como una epidemia global. Es posible prevenir casi un 30% de los casos de cáncer modificando los factores de riesgo principales como son la alimentación, el tabaco, el alcohol o la falta de ejercicio físico. Según numerosos estudios una dieta rica en frutas, hortalizas, cereales integrales, fibra dietética, ciertos micronutrientes (vitaminas y minerales), ayuda a proteger al organismo frente a cierto tipo de tumores. **Propiedad antiviral**

Noda (1998) citado por **Candía (2009)** ha encontrado que el micelio del *Pleurotus ostreatus* contiene una mezcla de diferentes polisacáridos bajo peso molecular y sustancias similares a la Zeatina, las cuales contienen citoquinina, estas son sustancias similares a fitohormonas que se sabe tienen efectos antivirales y que no causan efectos colaterales ni toxicidad en pacientes enfermos.

Brandt y Piraino (2000) citado por **Kant (2020)** define que las enfermedades víricas no se pueden tratar con antibióticos comunes, son necesarios medicamentos específicos contra los virus que causan dichas infecciones. La actividad antiviral en los hongos se ha descrito tanto para los hongos enteros como para los compuestos bioactivos que se extraen de ellos. En el caso de los hongos, la acción antiviral puede producirse de forma directa mediante la inhibición de determinadas enzimas virales, de la síntesis de algunos ácidos nucleicos del virus o de la absorción y replicación del virus en las células; y también de forma indirecta, mediante la estimulación del sistema inmune.

Propiedad reductora de colesterol

Gil et al. (2013) determinan que entre diversas especies de hongos destaca el género *Pleurotus* por su efecto potencialmente regulador del metabolismo del colesterol. Estos hongos pueden sintetizar lovastatina, una estatina altamente hipocolesterolémica porque inhibe la enzima HMG-CoA reductasa, enzima clave en la regulación de la biosíntesis del colesterol en el hígado.

Gunde y Cymerman (1995) citado por **Rojas (2000)** define que las setas contienen también Mevinolin y otras sustancias relacionadas que son potentes inhibidores de la HMG CoA reductasa principal enzima responsable en la biosíntesis del colesterol.

Por tales efectos producidos por estas sustancias se le considera como un hongo hepatoprotector.

Efecto antiinflamatorio

Vedder (1996) indica que hay otras importantes sustancias con actividad antibiótica son los componentes aromáticos volátiles que caracterizan a la mayoría de especies de *Pleurotus* o setas, estos son componentes de 08 carbonos en su estructura molecular y son las moléculas que originan el aroma y sabor característico que distingue a este tipo de hongos, esta sustancia denominada pleurotina ha demostrado tener una fuerte capacidad antibacteriana y por tanto antiinflamatoria contra diferentes tipos de agentes infecciosos.

4.2.10. Habitación natural de *Pleurotus*

Suárez (2004) menciona que *Pleurotus ostreatus*, es un hongo que, en su ambiente natural, crecen en el suelo, troncos o sobre desechos agrícolas o agrícolas industriales, que están constituidos principalmente por celulosas (40-60 por ciento), alimentándose de estos nutrientes y degradándolos.

Chang y Miles (1984) afirma que la temperatura es uno de los factores más importantes. Son de gran interés las temperaturas extremas en la determinación de la distribución de las especies en la naturaleza. Un incremento de la temperatura generalmente incrementa la actividad enzimática. Las altas temperaturas inactivan las enzimas que influyen en el metabolismo y consecuentemente en el crecimiento.

Temperatura

Pavlich (2001) dice que son organismos mesófilos (10 a 40 °C), con una temperatura óptima de crecimiento entre 20 y 30 °C.

Humedad

Pavlich (2001) asegura que la humedad adecuada para su desarrollo se encuentra entre 30 y 80%.

Ventilación o aireación

Pavlich (2001) confirma que, siendo organismos aerobios, los hongos necesitan de aire fresco durante su crecimiento, pero requieren más ventilación durante la etapa de fructificación.

PH

Pavlich (2001) cita que, en contraste con las bacterias, los hongos prefieren un medio ácido para su crecimiento, en un rango de pH de 4 a 7, siendo el óptimo un pH entre 5.5 y 6.

Oxígeno

Pavlich (2001) indica que como la mayoría de los hongos son organismos aerobios, su respiración se produce cuando existe presencia de oxígeno.

Luminosidad

Pavlich (2001) explica que durante la etapa de colonización del sustrato se debe trabajar bajo completa oscuridad, sin embargo, durante la fructificación es necesario alternar los períodos de luz y oscuridad.

Tabla 5

Valores ambientales ideales para el desarrollo de Pleurotus spp.

Factor	Crecimiento micelial	Fructificación
Temperatura	25 - 33°C	26 - 28°C
Humedad relativa	Baja humedad	85 - 90%
Humedad del sustrato	70%	50%
pH del sustrato	6.0 - 7.0	6.5 - 7.0
Concentración de CO ₂	20 - 25% (aire normal)	Menor de 0.6% (buena ventilación)
Luminosidad	Oscuridad	150-200 lux (suficiente para leer)

Fuente. Sánchez (1994)

4.2.11. Requerimientos nutricionales

Carbono

Sánchez y Royse (2001) aseguran que el carbono es necesario para los hongos porque es la fuente directa de energía para su metabolismo, así mismo, es necesario para la formación de las diferentes partes y estructuras celulares. Dada la importancia que tiene para la vida de la célula, este elemento es el que requiere en mayores cantidades. El carbono puede ser utilizado por el hongo a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos, lípidos, etc.

Minerales

Sánchez y Royse (2001) definen que los rendimientos más altos para el cultivo de *Pleurotus spp.* se dio cuando usaron concentraciones de 0.22, 0.28, 0.98 y 0.049 mg/l de fósforo, potasio, calcio y magnesio respectivamente.

Lípidos

Sánchez y Royse (2001) aseguran que la adición de aceites vegetales tiene un efecto benéfico para el crecimiento micelial de *Pleurotus djamor* y *Pleurotus ostreatus*, los productores de la hidrólisis de aceites deprimen el crecimiento, pero la adición de triglicéridos y metil ésteres de ácidos grasos generalmente promueven el crecimiento.

Vitaminas

Sánchez y Royse (2001) mencionan que, en un estudio realizado por Hashimoto y Takahashi, indicaron que *Pleurotus spp.* requiere tiamina para su crecimiento en una concentración óptima de 100mg/l y que cuando tal vitamina esté presente, ninguna otra es necesaria.

Azúcares

Sánchez y Royse (2001) explican que los carbohidratos se encuentran entre las fuentes de carbono preferidas por las especies de *Pleurotus spp.*; la glucosa, manosa y la galactosa son buenos sustratos para esta especie, mientras que la xilosa y la arabinosa producen un crecimiento deficiente.

Factores que afectan el crecimiento y la fructificación de *Pleurotus spp* **Temperatura**

Sánchez et al. (1994) comentan que es un género de hongo cuyo micelio puede crecer en un rango amplio de temperaturas. Zadrazil (citado por Sánchez, 1994), reportó que las especies *Pleurotus ostreatus*, crecían en un rango entre 0 y 35°C con temperaturas óptimas de 30°C. Este mismo autor demostró que estas especies podían soportar 40°C durante 24 horas (pero no 72 h), y después reiniciar su crecimiento. Por regla general, las temperaturas óptimas para la fructificación de las especies de *Pleurotus* son ligeramente inferiores que las temperaturas óptimas para crecimiento micelial.

PH

Sánchez et al. (1994) citan que el potencial de hidrógeno del medio de cultivo donde crece un hongo tiene una influencia directa sobre éste, porque incide sobre el carácter iónico del medio e influye directamente sobre las proteínas de la membrana y sobre la actividad de las enzimas ligadas a la pared celular; es decir, afecta directamente su metabolismo.

Si el pH del sustrato donde crece un hongo no es el adecuado, aunque las condiciones de temperatura y nutrientes sean óptimas, el crecimiento se verá afectado. Por otra parte, el valor del pH del medio es alterado por el crecimiento del hongo, por ejemplo, Rajarathnam y Bano, comentan que las fuentes de nitrógeno producen cambios importantes en el valor del pH del medio, de tal manera que las sales de amonio ocasionan que el medio en el que crece una cepa de *Pleurotus* que degrada amonio se acidifique y que las sales de nitrato lo vuelvan alcalino. Para el crecimiento de *Pleurotus* se han citado rangos de crecimiento entre 4 y 7 de pH. Con un óptimo entre 5 y 6. Este valor sin embargo suele variar entre cepas y especies.

El sustrato

Sánchez et al. (1994) mencionan que un sustrato es conveniente para el crecimiento de un hongo, si contiene todos los nutritivos en cantidad suficiente para que éste sintetice sus metabolitos y tome lo que requiera.

La humedad en el sustrato

Sánchez et al. (1994) señalan que el contenido de humedad influye directamente sobre el desarrollo de los hongos porque afecta la disponibilidad de nutrientes. Así, los contenidos de humedad inferiores al 50 por ciento no serán propicias y una humedad superior al 80 por ciento tendrá un efecto negativo en el crecimiento de *Pleurotus spp.* El contenido óptimo de humedad depende no solo de la especie de hongo que se cultiva, sino también del tipo de sustrato utilizado. Rajarathnam y Bano (citados por Sánchez, 1994), indicaron que las especies *Pleurotus cornucopiae*, *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eryngii* tienen una relación óptima rastrojo de trigo: agua de 1:4.4. El contenido de humedad no sólo afecta la disponibilidad de nutrientes en el sustrato, sino también la disponibilidad de oxígeno.

En efecto, el agua ocupa espacios que pueden ser ocupados por el aire. A niveles excesivos esto se vuelve una limitante para la respiración del hongo.

La humedad del aire

Sánchez et al. (1994) indican que este es un factor de suma importancia para la adecuada fructificación de las especies de *Pleurotus*. Dado que los cuerpos fructíferos están formados por un alto contenido de agua y su estructura hifal no les permite retener la humedad en condiciones adversas, un balance adecuado entre

la humedad ambiental y el contenido de humedad del hongo es necesario. Debido a esto, la humedad relativa del ambiente donde crece el hongo debe ser suficiente para evitar que tanto el sustrato como los cuerpos fructíferos se deshidraten. En general, los hongos son muy susceptibles a las variaciones en la humedad relativa. Block (citado por Sánchez, 1994), indicaron que la humedad óptima para la fructificación de *Pleurotus ostreatus* era de 85 por ciento.

Tamaño de partícula

Sánchez et al. (1994) aseguran que el tamaño de partícula afecta el crecimiento y la fructificación porque se relaciona con la accesibilidad a los nutrientes, al agua y al aire por parte de las hifas del hongo. Los tamaños de partícula muy pequeños dificultan la aireación necesaria para la respiración y los tamaños muy grandes son inadecuados porque dificultan la compactación del sustrato y el acceso del hongo a los nutrientes. Rajarathnam y Bano (citado por Sánchez, 1994), recomiendan tamaños de partícula de 2-3 cm. cuando se usa rastrojo de arroz para el cultivo de especies de *Pleurotus*.

La luz

Eger citado por **Sánchez et al. (1994)** dice que *Pleurotus ostreatus* no puede fructificar en oscuridad continua. Para poder hacerlo requiere ser expuesto a longitudes de onda inferiores a 600 nm, sin embargo, la sensibilidad tanto de la cantidad como de la calidad de la luz depende de las especies.

4.2.12. Métodos y/o técnicas para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Tipos de sustrato

Sustratos naturales.

Pavlich (2001) indica que estos sustratos corresponden principalmente a troncos y ramas en los que el hongo es inoculado directamente, sin realizarse ningún tipo de tratamiento de esterilización, esto se puede realizar sin problemas porque durante la incubación y fructificación el cultivo se realiza manteniendo la corteza de los propios troncos, la que constituye una barrera física y química muy efectiva contra la invasión de hongos contaminantes. A pesar de lo anterior, muchos troncos se contaminan por los cortes (en la superficie transversal), sin embargo, estas contaminaciones se consideran tolerables en el cultivo, siendo posibles de controlar con el uso de desinfectantes adecuados, como el agua oxigenada.

Sustratos artificiales.

Pavlich (2001) asegura que por lo general son una mezcla de distintas sustancias orgánicas e inorgánicas sobre una matriz de material lignocelulósico, que en conjunto o por separado tienen un alto valor nutritivo para un gran número de microorganismos y que, además, son sustancias relativamente simples a las cuales estos microorganismos pueden acceder sin dificultad. Es indispensable someter al sustrato a un tratamiento físico o químico que elimine o disminuya la carga de microorganismos contaminantes.

Este tratamiento, junto con el pool de nutrientes que posee la mezcla, convierte al sustrato en una matriz altamente selecta para el crecimiento del hongo comestible que es inoculado o sembrado en este sustrato. El sustrato artificial tiene una cierta relación C: N, pH, humedad, grado de compactación, granulometría, que permiten el rápido crecimiento vegetativo y reproductivo del hongo que es inoculado sobre o dentro de él y, estas propiedades más las condiciones ambientales, determinan finalmente el éxito del cultivo.

Sánchez et al. (1994) señalan que la producción de los hongos se produce en cuatro fases fundamentales, que son:

4.2.13. Preparación del inóculo

Sánchez et al. (1994) indican que esta fase se desarrolla a nivel de laboratorio bajo una serie de cuidados. Se refiere a la siembra y propagación del micelio del hongo a partir de un tubo inclinado que contenga la cepa original en buenas condiciones fisiológicas. La otra opción es a partir del micelio en el contexto del carpóforo fresco. La siembra se hace en una caja Petri, ya sea en agar papa dextrosa, agar extracto, agar de Sabouraud, etc. Se incuba en oscuridad a 28°C durante 8 días aproximadamente. Pasado este período, el hongo se resiembra en su sustrato intermedio (granos de cereales como maíz, sorgo, arroz, trigo, etc.) en cantidad suficiente para que, una vez desarrollado su micelio, la mezcla grano hongo se utiliza como semilla en la siembra del sustrato definitivo. Se busca en este caso la fructificación rápida y económicamente que optimice la fructificación

Sánchez et al. (1994) mencionan que la preparación del inóculo comprende los siguientes pasos:

Preparación del inóculo primario

El grano elegido como sustrato intermedio se limpia, se rehidrata en agua limpia (durante 15 horas para el caso del sorgo, o 24 horas para el maíz), se deja escurrir para eliminar el exceso de agua, se pesa en porciones de 200 gramos y mete dentro de bolsas de polipapel. Posteriormente se esteriliza a 121°C durante 30 minutos, se deja enfriar para luego inocularlo en condiciones de asepsia rigurosa con micelio proveniente de un centímetro cuadrado del hongo, que se ha cultivado previamente en caja Petri. Una vez inoculada, cada porción de 200 gramos debidamente embolsada se incuba durante 10 a 15 días a 28°C en oscuridad. A cada porción se le denomina “primario”.

Preparación del inóculo secundario

A partir del primario, se debe tomar de 8 a 10 porciones de grano para ser sembrados en el mismo número de bolsas que contengan el sustrato intermedio estéril. Esta nueva porción, se incuba bajo las mismas condiciones que los primarios.

Una vez crecido el hongo, a estos segundos paquetes se les llama “secundarios”. Tiene las ventajas de: abaratar costos, debido al ahorro en agar y otros medios sintéticos; una propagación más rápida por ya estar adaptado el grano; y un mayor número de inoculaciones (Sánchez, 1994).

Sánchez et al. (1994) hacen recordar que antiguamente se empleaban frascos de vidrio para el efecto, pero esa metodología, ha sido reemplazada exitosamente con bolsas de polipapel, las que, con ciertos cuidados, soportan muy bien las condiciones de esterilización y los riesgos y problemas de manipulación y volumen que presentaban los frascos de vidrio

4.2.14. Preparación del sustrato

Sánchez et al. (1994) señalan que la preparación del sustrato consiste en facilitarle al micelio los nutrimentos en forma más accesible para que se realice un rápido crecimiento del hongo. Esta fase de la preparación del sustrato comprende varios métodos, y el cual dependerá del sustrato que se trabaje. Dentro de esos métodos están: la fermentación (en el caso de la pulpa de café, bagazo de caña de azúcar, etc.), el secado y la fracturación o quiebra (en el caso de cáscaras, olote de maíz, pajas de gramíneas, etc.), la hidratación y escurrimiento, la pasteurización y

finalmente el enfriamiento (si se trata de mezclas) y mezclado de los materiales que servirán como soporte para el crecimiento y fructificación del hongo.

Fermentación.

Sánchez et al. (1994) recomiendan que, para aquellos materiales como la pulpa de café fresca, el bagazo del maguey y la caña de azúcar que poseen una gran cantidad de azúcares solubles, estos azúcares deben ser eliminados ya que promueven el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. Con la fermentación se obtiene mayor retención de humedad ya que ablanda la fibra que compone dichos materiales y además se reducen considerablemente otros compuestos no deseados en los sustratos como taninos, fenoles, ácidos, resinas, etc. que afectan el desarrollo del micelio

Hidratación.

Sánchez et al. (1994) dicen que la hidratación se realiza básicamente en sustratos secos como pajas, rastrojos, cascarillas, desechos de algodón, aserrín y pulpas deshidratadas. El sustrato a usar deberá estar fraccionado, a un tamaño de más o menos 2 a 3 centímetros por lado, las pajas, el rastrojo, pueden ser procesados por una picadora y en el caso del olote o la cáscara de cacao pueden ser triturados, habiendo logrado el fraccionado indicado va a permitir una mayor retención de humedad y un fácil manejo del sustrato.

Pasteurización.

Sánchez et al. (1994) indican que la función es eliminar o inhibir la mayor cantidad de microorganismos (bacterias, mohos, levaduras) que puedan competir con el hongo en la utilización del sustrato. Esto se realiza sumergiendo el sustrato debidamente embolsado (sacos de tela) en un recipiente con agua caliente a una temperatura de 90 a 100°C, durante una hora.

4.2.15. Siembra e incubación

Siembra. Sánchez et al. (1994) explican que la siembra e incubación se refiere al momento de inocular el sustrato con el hongo y al período de espera o reposo que se debe dar al sustrato para permitir el adecuado desarrollo del micelio. La siembra se realiza agregando y distribuyendo en capas alternas los 200 gramos de un secundario en 2.5 kilogramos de sustrato previamente pasteurizado y enfriado a la temperatura ambiente. La mezcla sustrato-secundario se acomoda en bolsas de

polietileno transparente, al terminar la siembra la bolsa se cierra por medio de un nudo teniendo cuidado de eliminar el aire del interior.

Incubación.

Sánchez et al. (1994) comentan que la incubación es la propagación del hongo en el sustrato previo a su fructificación y su posterior cosecha. La incubación de las bolsas ya inoculadas se debe realizar en un local donde la luz sea mínima o en completa oscuridad, colocando los sustratos en anaqueles, debe mantenerse una temperatura de 28°C durante 15 a 21 días. Durante la incubación, tres o cinco días después de haber efectuado la siembra, se hacen de 20 a 40 perforaciones perfectamente distribuidas (con una aguja o navaja estéril) sobre la parte superior de la bolsa de polietileno que se ha sembrado y preferentemente sin tocar al sustrato, esto es para permitir un mejor intercambio gaseoso y un mejor crecimiento del hongo.

4.2.16. Fructificación y cosecha

Fructificación. Fernández (2004) asegura que la fase de fructificación comienza una vez el sustrato es invadido por el micelio del hongo y se logran observar primordios, los cuales formaran el cuerpo fructífero. Para esta fase es necesario cambiar las condiciones de luminosidad y ventilación para inducir la formación de los hongos. Para optimizar la fase de fructificación se debe manejar una temperatura diferente a la de incubación que se asemeja a la temperatura del hábitat natural donde crece el hongo.

Cosecha.

Oei (2003) manifiesta que la cosecha es la fase en la cual se realiza la recolección de los cuerpos fructíferos. Comúnmente, se realiza de forma manual haciendo un movimiento de torsión sobre la fase del estipe o utilizando una cuchilla estéril para evitar contaminaciones posteriores en los puntos del sustrato donde creció el hongo. Así mismo, la cosecha se divide en tres periodos, el primero en el cual se recoge el 50% de la producción, el segundo donde se recoge el 30% y el tercer periodo solamente el 20% de la producción. Habitualmente, en el cultivo de hongos no se recoge más de tres cosechas ya que la productividad es muy baja y el riesgo de contaminación es mucho más frecuente.

4.2.17. Los sustratos o residuos agroindustriales

Residuos agroindustriales para el cultivo de hongos comestibles

Atlas y Bartha (2002) comentan que se llama residuo agroindustrial al material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado a nivel agroindustrial o de la agricultura, no tiene valor para quien lo posee y por lo general se desecha no adecuadamente generando contaminación en el ecosistema.

4.2.18. Composición química de los residuos agroindustriales

Celulosa

Martin (1980) indica que es el compuesto más simple encontrado en el material lignocelulolítico de las plantas, es el polímero más abundante de la biosfera. Está compuesto por un polímero de residuos de D-glucosa unidos por enlaces B-1,4. Debido a su estructura las cadenas de celulosa están unidas por puentes de hidrogeno intermoleculares formando agregados (microfibrillas). La celulosa es una molécula que da estructura Y soporte a la planta y forma un cristal empaquetado que es impermeable al agua, por lo cual es insoluble en agua y resistente a la hidrólisis.

Hemicelulosa

Atlas y Bartha (2002) indican que está formada por cadenas cortas y son polímeros heterogéneos que contienen tanto hexosas (azúcares de 6 carbonos como glucosa, manosa y galactosa) como pentosas (azúcares de 5 carbonos como xilosa y arabinosa). Dependiendo de la especie de la planta estos azúcares se asocian con ácidos urónicos formando estructuras poliméricas diversas que pueden estar relacionadas con la celulosa y la lignina. Los tres polímeros principales son los xilanos, mananos y arabinogalactanos.

Lignina

Martin (1980) indica que la lignina es responsable de la rigidez de las plantas y de sus mecanismos de resistencia al estrés y a ataques microbianos. En las plantas la lignina se encuentra químicamente unida a la hemicelulosa y rodeando las fibras compuestas por celulosa. Los hongos macromycetes pueden degradar la lignina por medio de la producción de enzimas como son lacasa, lignina peroxidasa y manganeso peroxidasa.

4.2.19. Las condiciones físico - químicas de los sustratos

Rynk (1992) señala que los sustratos son la única fuente de alimento para los organismos descomponedores y, por lo tanto, las cualidades y cantidades de los nutrimentos deben ser suficientes para permitir a éstos cumplir sus funciones (crecimiento, regulación y reproducción).

4.2.20. Sustratos utilizados para el desarrollo y producción de *Pleurotus ostreatus*

4.2.21. Sustratos

Rastrojo de maíz (*Zea mays*)

Se refiere a los restos o residuos vegetales que quedan después de la cosecha del maíz (*Zea mays*). Estos residuos incluyen principalmente los tallos, hojas, y otras partes de la planta que no se utilizan como parte del cultivo principal. El rastrojo de maíz es una biomasa residual que puede tener varios usos, como ser utilizado como alimento para el ganado, para la producción de biocombustibles, como material de compostaje, o incluso para la fabricación de productos industriales.

El rastrojo de maíz (*Zea mays*) está compuesto principalmente por materiales vegetales que incluyen tallos, hojas, espigas y otras partes de la planta que quedan después de la cosecha. La composición química puede variar según factores como la variedad del maíz, las condiciones de crecimiento, y el momento de la cosecha. Sin embargo, típicamente contiene los siguientes componentes principales:

Celulosa: Es el componente estructural principal de las paredes celulares de las plantas y constituye una gran parte del rastrojo de maíz.

Hemicelulosa: Junto con la celulosa, es otro componente estructural de las paredes celulares, aunque es más soluble en agua y menos cristalino que la celulosa.

Lignina: Proporciona rigidez a las paredes celulares y es un polímero complejo que contiene principalmente unidades de fenilpropano. Es responsable de la rigidez y resistencia del rastrojo de maíz.

Proteínas: Aunque en menor cantidad que los polisacáridos estructurales, el rastrojo de maíz también contiene proteínas que pueden ser aprovechadas en aplicaciones de alimentación animal o en procesos de biotecnología.

Grasas y aceites: En pequeñas cantidades, el rastrojo de maíz también puede contener lípidos que pueden ser interesantes para aplicaciones energéticas.

Minerales: Tales como potasio, calcio, magnesio, y otros oligoelementos que la planta absorbe del suelo durante su crecimiento.

García (2000) menciona que el cultivo de maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la cual se cosecha apenas cerca del 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hoja, limbos y mazorca entre otros.

Tabla 6

Composición nutricional del rastrojo de maíz (Zea mays)

Componente nutricional	Rastrojo de maíz
Fibra cruda	29.0 %
Proteínas	5.0 %
Grasas	1.1 %
Cenizas	6.0 %
Nitrógeno	2%
Magnesio	0.5%
Potasio	0.6%
Calcio	0.5%

Fuente: García (2000)

La pulpa de café (*Coffea arábica*)

Se refiere a la capa externa de la fruta del café (*Coffea arábica*) que rodea los granos de café. Esta pulpa es una masa carnosa y pegajosa que contiene principalmente agua, azúcares, pectinas, celulosa y otros compuestos orgánicos. Después de la cosecha de los granos de café, la pulpa se separa típicamente mediante un proceso llamado desmucilaginado, que puede realizarse de forma húmeda o seca.

Según su composición química, 45,45 kg de pulpa de café en base seca equivalen a 4,54 kg de fertilizante inorgánico de N-P-K en las proporciones 14-3-37 lo que refleja la alta cantidad de potasio que contiene. Otros compuestos encontrados, expresados en porcentaje en base seca, son: fenoles libres (2,6), taninos (1,80-8,56), sustancias pépticas totales (6,5), azúcares reductores (12,4), azúcares no reductores (2,0), cafeína (1,3), ácido clorogénico (2,6) y ácido cafeico total (1,6) (Cervantes et al., 2014).

Díaz (1992) citado por **Salinas et al. (2017)** señala que la pulpa de café, representa alrededor del 40% del peso del fruto fresco. Debido a la posibilidad de conservarla seca, la pulpa de café es un sustrato que se puede utilizar todo el año para la producción de hongos.

También se puede utilizar mezclada con otros materiales como pajas. La pulpa de café ha sido reportada como uno de los sustratos más apropiados para la producción de *Pleurotus*. Puede ser utilizada en fresco, sin embargo, se recomienda fermentarla durante 5 días, lo cual se hace apilándola en montones de aproximadamente 1 m de diámetro y 50 a 60 centímetros de altura. Se tapa el montón así preparado con un plástico, se debe voltear diariamente. Con la pulpa fermentada se han alcanzado rendimientos biológicos bastante elevados.

La pulpa también puede ser deshidratada al sol inmediatamente después de sacarla del pulpero (hasta un 8 por ciento de humedad). Así se puede conservar hasta 2 años, para usar la pulpa que se ha secado, se sumerge durante 1 hora para hidratarla y se pasteuriza después durante 40 minutos a una temperatura de 85 a 100 °C, la pulpa fermentada se pone directamente a pasteurizar sin remojar.

Tabla 7

Composición química de la pulpa de café (Coffea arábica)

Componente	Fresca	Deshidratada	Fermentada naturalmente y deshidratada %
Humedad	76.7	12.6	7.9
Materia seca	23.3	87.4	92.1
Fibra cruda	3.4	21	20.8
Proteína Cruda	2.1	11.2	10.7
Cenizas	1.5	8.3	8.8
Potasio	3	4	4.2
Fósforo	1	3	3.5
Nitrógeno	1	2	2.1

Fuente. Lee (1990)

Cáscara de cacao (*Theobroma cacao*)

La cáscara de cacao (*Theobroma cacao*), al igual que la pulpa de café, es un subproducto del procesamiento de los granos de cacao y tiene una composición química que incluye varios componentes importantes:

Fibra dietética: La cáscara de cacao es rica en fibra dietética, principalmente en forma de celulosa, hemicelulosa y pectinas. Estos componentes son importantes para la salud digestiva y pueden tener aplicaciones en la industria alimentaria como ingredientes funcionales.

Taninos: Son compuestos polifenólicos que se encuentran en la cáscara de cacao y que pueden contribuir a su astringencia y propiedades antioxidantes.

Teobromina: Aunque en menor concentración que en los granos de cacao, la cáscara también contiene teobromina, un alcaloide que tiene efectos estimulantes similares a la cafeína.

Grasas y aceites: La cáscara de cacao contiene pequeñas cantidades de lípidos, aunque en general mucho menos que los granos de cacao. Estos lípidos pueden tener aplicaciones potenciales en la industria cosmética o farmacéutica.

Proteínas: Aunque en menor cantidad que la fibra y los taninos, la cáscara de cacao también contiene proteínas que pueden ser aprovechadas en aplicaciones alimentarias o industriales.

Minerales: Tales como potasio, magnesio, calcio, fósforo y otros oligoelementos que son esenciales para el crecimiento de la planta y que se encuentran también en la cáscara de cacao.

Padrón et al. (2004) mencionan que la cáscara de cacao que cubre a la semilla ha representado por largo tiempo el inconveniente de la acumulación de biomasa en grandes pilas en el lugar del corte o partido para la extracción de la semilla, el principal uso que se le ha dado a este material es en la fertilización de suelos.

Tabla 8

Composición nutricional de la cáscara de cacao (Theobroma cacao)

Componente nutricional	Cáscara de cacao
Magnesio	21%
Hierro	7%
Potasio	15%
Fósforo	6%
Zinc	3%
Nitrógeno	2.5%

Fuente. Padrón et al. (2004)

Hoja de plátano (*Musa paradisiaca*)

El sustrato de hoja de plátano (*Musa paradisiaca*) se refiere al material compuesto por las hojas de la planta de plátano, después de que éstas han cumplido su ciclo de vida natural y caído de la planta. Estas hojas son ricas en materia orgánica y contienen varios nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y otros usos.

Sustrato para cultivos: Las hojas de plátano también pueden ser utilizadas como sustrato en la horticultura y la agricultura. Pueden descomponerse gradualmente en el suelo, liberando nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Además, proporcionan una cobertura orgánica que ayuda a mantener la humedad del suelo y a reducir la erosión.

Jadaik y Kapoor (1974) citado por **Sharma (2018)** menciona que las hojas de banana secas contienen 1,45% de Nitrógeno, son muy productivas en masa para *Pleurotus ostreatus*, los pseudotallos de bananas cortados dieron mejores resultados para *Pleurotus ostreatus* comparados con el aserrín o con la paja de arroz.

Tabla 9

Composición nutricional de la hoja de plátano (Musa paradisiaca)

Componente nutricional	Hoja de plátano
Potasio	2%
Calcio	1%
Magnesio	0.5%
Fósforo	0.2%
Hierro	0.3%
Nitrógeno	2%

Fuente. Sharma (2018)

Hincapié (1993) citado por **Ruiz (2009)** dice que en general *Pleurotus spp.* Se cultiva en materiales lignocelulósicos, los cuales constituyen los compuestos orgánicos más abundantes del planeta, producidos fundamentalmente por las plantas; lo más común es que se cultiven en residuos agrícolas ricos en estos compuestos y en residuos forestales. Es bastante larga la lista de materiales que se pueden emplear como sustrato básico para la producción de *Pleurotus spp.*

Quimio (2002) afirma que una de las razones del incremento en la popularidad de las especies de *Pleurotus* es la habilidad de este hongo para crecer en una amplia variedad de materias primas agrícolas. En el trópico, el hongo seta ostra, o setas, como se le llama también en México, puede ser producido sobre una mezcla de aserrín y salvado de arroz, salvado y rastrojo de arroz, aserrín y hojas de aguacate, *Leucaena spp.* Y otras combinaciones de materiales tropicales como, cascara de semilla y ramas de algodón, bagazo y hojas de caña, tallos y hojas de maíz, pastos, cascara de arroz, entre otros.

4.2.22. Basidiocarpos

Alexopoulos, Mims y Blackwell (1996) indican que los basidiocarpos son las estructuras reproductivas macroscópicas características de los hongos pertenecientes al filo *Basidiomycota*, estas estructuras corresponden al cuerpo fructífero del hongo y se forman como resultado del desarrollo del micelio bajo condiciones ambientales favorables. En los basidiocarpos se encuentran los basidios, células especializadas donde se producen las *basidiósporas*, las cuales cumplen la función de reproducción y dispersión del hongo. En especies del género *Pleurotus*, los basidiocarpos presentan un sombrero de forma semicircular u ostriforme y un estípite lateral reducido o ausente, siendo esta la estructura de interés alimenticio y productivo.

Contenido lignocelulósico

Martin (1980) señala que el contenido lignocelulósico corresponde a la fracción estructural de los materiales vegetales, constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, las cuales forman la pared celular de las plantas. Estos compuestos se encuentran en elevadas proporciones en residuos agrícolas y forestales, tales como rastrojos de maíz, café, cacao y plátano, lo que los convierte en sustratos adecuados para el cultivo de hongos comestibles. *Pleurotus ostreatus* posee la capacidad de utilizar estos materiales debido a la producción de enzimas hidrolíticas y oxidativas que permiten la degradación de los polímeros lignocelulósicos, facilitando la obtención de carbono y energía necesarios para su crecimiento, desarrollo del micelio y formación de basidiocarpos.

Agentes causantes de daño en el cultivo del *Pleurotus ostreatus*

Las plagas más frecuentes en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* son los dípteros y colémbolos.

Las enfermedades pueden estar causadas por hongos patógenos o competidores, bacterias y virus (**García ,1987**).

Podemos pensar que el sustrato adquirido sometido por defecto a un proceso de pasteurización viene libre de organismos y microorganismos que puedan generar plagas y enfermedades. Sin embargo, mantener dicha situación requiere de una limpieza extrema dentro y fuera de la planta de manipulación, así como del local de cultivo. Las medidas preventivas para la no aparición de problemas sanitarios son de vital importancia en el cultivo de hongos, tal es así que sin estas medidas el fracaso está asegurado.

Hay que tener en cuenta que cuando se establece una plaga o enfermedad en el cultivo es muy difícil su control y erradicación puesto que los plaguicidas solo van actuar superficialmente y no van a penetrar dentro del compost donde puede estar el foco de la infección. Por otra parte, la mayoría de los pesticidas no son compatibles con el cultivo del *Pleurotus*, ya que este hongo es muy susceptible y acumula residuos de plaguicidas en los cuerpos fructíferos contaminándose rápidamente, por lo que el uso de productos fitosanitarios debe ser el último recurso que se utilice para combatir plagas y enfermedades (**Muez ,1994**).

Plagas:



Imagen 4.
Nematodo



Imagen 5.
Mosca Sciárida



Imagen 6.
Ácaros



Imagen 7.
Colémbolo



Imagen 8.
Cochinilla

Enfermedades:



Imagen 9.
Neurospora



Imagen 10.
Mancha
bacteriana



Imagen 11.
Mole seca



Imagen 12.
hongo verde



Imagen 13.
Telaraña

4.3. Definición de términos

Rendimiento de basidiocarpos

Sinónimo de hongo, rendimiento es la relación entre el peso fresco del hongo en relación al peso seco del sustrato utilizado.

Calidad del hongo

Se refiere a varias características que determinan su valor y utilidad en diferentes aplicaciones, especialmente en la producción comercial de hongos comestibles o en la investigación micológica. La calidad del hongo es una evaluación integral que considera aspectos visuales, sensoriales, nutricionales y funcionales del producto final. Es fundamental para determinar su valor comercial y su aceptación en el mercado (**Vega & Franco, 2013**).

Sustratos

Son materiales o medios utilizados como soporte para el crecimiento de organismos vivos, especialmente en contextos agrícolas, hortícolas, micológicos o biotecnológicos. En términos generales, un sustrato proporciona un entorno físico y químico favorable para que los organismos se desarrollen y realicen sus funciones biológicas (**Sistemas Hortícolas, 2022**).

Eficiencia biológica

Vega, A., y Franco, H., (2013) definen la eficiencia biológica como la relación existente entre el peso fresco de los hongos producidos y el peso del sustrato seco, por tanto, es la capacidad que tiene el hongo de convertir sustratos orgánicos en cuerpo fructífero, cuanto mayor sea la eficiencia es más rentable su producción.

Degradación del sustrato

Se refiere a la diferencia del peso residual del sustrato seco utilizado para el cultivo de los hongos medido en unidades de masa (gramos) y el peso residual del sustrato seco después del cultivo, medido en las mismas unidades de masa, esto en relación del peso seco inicial del sustrato.

Se expresa en porcentajes (%).

Aporte de nutrientes de cada sustrato utilizado

El rastrojo de maíz (*Zea mays*), que consiste en los tallos, hojas y otras partes vegetativas que quedan después de la cosecha del maíz, puede contribuir significativamente como fuente de nutrientes cuando se utiliza como sustrato en aplicaciones agrícolas o de cultivo. Aunque el rastrojo de maíz es principalmente

considerado como un residuo agrícola, su descomposición y la liberación de nutrientes pueden beneficiar los cultivos de varias maneras: Nitrógeno, Fósforo y potasio, Microelementos (**Pérez, 2021**)

La pulpa de café (*Coffea arabica*), que es el material carnoso y pegajoso que rodea los granos de café dentro de la fruta del café, puede ser una fuente rica en nutrientes cuando se utiliza como sustrato o en aplicaciones agrícolas. Generalmente aporta los siguientes nutrientes: Nitrógeno, Fósforo y potasio, Calcio, magnesio y otros micronutrientes, Acidez (**Fierro et al., 2018**).

La cáscara de cacao (*Teobroma cacao*), que es el material fibroso y exterior que rodea los granos de cacao dentro del fruto, puede ser una fuente de nutrientes cuando se utiliza como sustrato o en aplicaciones agrícolas. Aunque su composición específica puede variar, típicamente aporta los siguientes nutrientes: Calcio, magnesio y otros micronutrientes, Compuestos fenólicos y antioxidantes, Acidez (**Castillo et al., 2018**).

La hoja de plátano (*Musa paradisiaca*), cuando se utiliza como sustrato o en aplicaciones agrícolas, puede proporcionar varios beneficios nutricionales y contribuciones al suelo (**Ajila, 2021**).

Nutrición de hongos

La “nutrición de hongos” se refiere al proceso mediante el cual los hongos obtienen y utilizan nutrientes esenciales para su crecimiento, desarrollo y reproducción. A diferencia de las plantas, que pueden realizar la fotosíntesis para sintetizar carbohidratos a partir de la luz solar, los hongos son organismos heterótrofos que dependen de fuentes externas de carbono orgánico para su alimentación. Los puntos clave sobre la nutrición de los hongos: Heterótrofos, Fuentes de carbono, Fuentes de nitrógeno, Absorción de nutrientes (**Cubas, 2007**).

Hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*)

Los hongos comestibles son aquellos hongos que pueden ser consumidos por los seres humanos de manera segura. El *Pleurotus ostreatus*, en particular, es conocido por su capacidad de crecer en diversos sustratos lignocelulósicos y por su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas (**Ávila et al. 2021**).

Tasa de productividad

Indica la eficiencia con la que los hongos están siendo producidos en un determinado periodo de tiempo. Es una medida útil para evaluar y comparar

diferentes métodos de cultivo, condiciones de cultivo y sustratos utilizados en la producción de *Pleurotus ostreatus* y otros hongos comestibles **Reyes et al. (2004)**

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

5.1.1. Tipo de investigación

Experimental.

5.2. Ubicación espacial

5.2.1. Ubicación política

- Región : Cusco
- Provincia : La Convención
- Distrito : Echarati
- Lugar : Centro Poblado Ivochote

5.2.2. Ubicación geográfica

- Altitud : 517 m
- Latitud Sur : 12° 27' 52.7"
- Longitud Oeste : 72° 57' 57.1"
- Temperatura : T° máx. 31.4 °C
T° min. 17.9 °C
- Humedad Relativa : 81.27%

5.2.3. Ubicación hidrográfica

- Cuenca : Rio Urubamba
- Sub cuenca : Rio Ivochote

5.2.4. Ubicación ecológica

El centro poblado de Ivochote está ubicado dentro de la jurisdicción del distrito de Echarati; se encuentra ubicado en la zona de vida "Bosque Húmedo Tropical" (BH-T), esto tomando en cuenta el diagrama de **Holdridge, L., (1967)** así como el mapa ecológico del Perú.

5.2.5. Ubicación temporal

El presente trabajo de investigación inicio el 15 de julio del 2024 y finalizo el 15 de octubre del 2024, teniendo duración de investigación de 3 meses (92 días).

5.3. Materiales y métodos

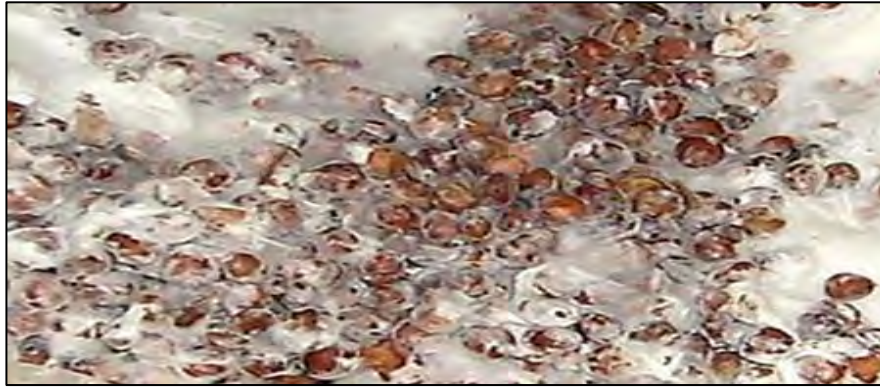
5.3.1. Material biológico

Cepa de *Pleurotus ostreatus* provenientes del laboratorio particular ubicado en Puquin s/n Santiago, Cusco. Manejado por Biol.Milton Olarte Bautista

- *Pleurotus ostreatus*

Figura 2

Semillas del hongo Pleurotus ostreatus



Fuente. Invernaderos GreenHouse (2010)

5.3.2. Otros materiales

- Andamios
- Esterilizador de sustrato
- Balanza de precisión 5g
- Cal
- Plumón indeleble
- Asperjador
- Cúter
- Bolsas de polipropileno
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo

5.4. Metodología

La presente investigación está direccionada a evaluar y determinar la relación existente entre el hongo ostra *Pleurotus ostreatus* y los cuatro diferentes sustratos, por lo cual se le denomina que es una investigación que tiene carácter cuantitativo.

5.4.1. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó en este trabajo de investigación es el “Diseño Completamente al Azar (DCA)”, el cual está constituido por 4 diferentes sustratos (O-M, O-CF, O-P, O-C) y 10 tratamientos para cada sustrato, con un total de 40 unidades experimentales.

5.4.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos que se estudiaron se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 10

Tratamientos en estudio

Hongo	Sustrato	Clave	Unidades experimentales
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Rastrojo de maíz	O – M - 1	1
	Rastrojo de maíz	O – M – 2	2
	Rastrojo de maíz	O – M - 3	3
	Rastrojo de maíz	O - M – 4	4
	Rastrojo de maíz	O - M – 5	5
	Rastrojo de maíz	O - M – 6	6
	Rastrojo de maíz	O - M – 7	7
	Rastrojo de maíz	O - M – 8	8
	Rastrojo de maíz	O - M – 9	9
	Rastrojo de maíz	O - M – 10	10
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Pulpa de café	O - CF - 1	1
	Pulpa de café	O - CF – 2	2
	Pulpa de café	O - CF – 3	3
	Pulpa de café	O - CF – 4	4
	Pulpa de café	O - CF – 5	5
	Pulpa de café	O - CF – 6	6
	Pulpa de café	O - CF – 7	7
	Pulpa de café	O - CF – 8	8
	Pulpa de café	O - CF – 9	9
	Pulpa de café	O - CF – 10	10
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Rastrojo de plátano	O - P - 1	1
	Rastrojo de plátano	O - P – 2	2
	Rastrojo de plátano	O - P – 3	3
	Rastrojo de plátano	O - P – 4	4
	Rastrojo de plátano	O - P – 5	5
	Rastrojo de plátano	O - P – 6	6
	Rastrojo de plátano	O - P – 7	7
	Rastrojo de plátano	O - P – 8	8
	Rastrojo de plátano	O - P – 9	9
	Rastrojo de plátano	O - P – 10	10
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Cascara de cacao	O - C - 1	1
	Cascara de cacao	O - C – 2	2
	Cascara de cacao	O - C – 3	3
	Cascara de cacao	O - C – 4	4
	Cascara de cacao	O - C – 5	5
	Cascara de cacao	O - C – 6	6
	Cascara de cacao	O - C – 7	7
	Cascara de cacao	O - C – 8	8
	Cascara de cacao	O - C – 9	9
	Cascara de cacao	O - C – 10	10

5.4.3. Características del experimento

Área del ambiente de experimento

- Largo : 5.5m
- Ancho : 4.5m
- Área total : 24.75m²

Características de las unidades experimentales esparcimiento entre Unidad Experimental

- Largo entre UE : 0.25m
- Ancho entre UE : 0.25m

Peso de Unidad Experimental

- Peso de unidad experimental de sustratos de:
 - Maíz 2.00 kg.
 - Café 2.00 kg.
 - Plátano 2.00 kg
 - Cacao 2.00 kg.

5.4.4. Croquis del experimento

Tabla 11

Distribución de unidades experimentales

O – M - 1	O – CF - 1	O – M - 5	O – C - 5
O – C - 2	O – C - 9	O – CF - 4	O – M - 8
O – P - 5	O – M - 2	O – P - 1	O – P - 2
O – CF - 6	O – C - 3	O – C - 10	O – CF - 10
O – C - 8	O – CF - 2	O – P - 9	O – M - 9
O – CF - 9	O – C - 7	O – C - 4	O – C - 1
O – C - 6	O – P - 8	O – P - 6	O – CF - 7
O – M - 6	O – M - 4	O – M - 3	O – P - 7
O – CF - 3	O – P - 3	O – M - 7	O – P - 10
O – P - 4	O – CF - 8	O – M - 10	O – CF - 5

5.4.5. Conducción del experimento

Inoculo

Las cepas de *Pleurotus ostreatus* fueron adquiridas de laboratorio privado ubicado en Puquin – Santiago, Cusco.

Manejado por el Biol. Milton Olarte Bautista.

Sustrato

Para esta investigación se tomó 4 diferentes sustratos (O-M, O-CF, O-P, O-C) y 10 repeticiones cada uno.

Preparación y desinfección de los sustratos

Los sustratos de maíz, café, cacao y plátano, fueron picados en trozos de 2 a 4 cm y de esta manera se realizó una mezcla homogénea.

Una vez colocado el cilindro esterilizador, se sumergió los sustratos en el agua a una temperatura de 80°C por 06 horas en un proceso denominado “Baño María” con la finalidad de eliminar organismos que contaminen y se desarrollen en el sustrato y extraer los azúcares solubles del sustrato los cuales son el principal alimento de los microorganismos que pueden competir con el hongo a cultivar. Luego llevamos los sustratos al ambiente de experimento que estuvo esterilizada (ambiente adecuado con piso de mayólica), donde se realizó la mezcla de forma homogénea con las cepas de *Pleurotus ostreatus* y posteriormente se realizó el embolsado y finalmente se colocaron en los andamios en el lugar que corresponde según clave.

En el caso de la pulpa o cascarilla del café, para poder conservar se sometió al calor del sol para ser secado.



Posteriormente durante todo el periodo de desarrollo y producción se realizó el riego correspondiente en el ambiente con la finalidad de dar condiciones adecuadas (humedad) para lo cual se humedeció el piso (mayólica), paredes y bolsas con el

hongo en desarrollo, rociando con agua. Esta actividad se desarrolló durante 2 veces al día (10 am y 3 pm).

5.5. Evaluación de variables

Las variables a evaluar son:

5.5.1. Rendimiento

En cada cosecha se registraron todos los valores de peso de los púleos de cada unidad experimental (parcela) y se convirtieron a la unidad de: kg de hongo fresco/tonelada de sustrato, **Bautista et al. (2003)**, hizo la propuesta de la siguiente formula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso del hongo fresco(kilogramos)}}{\text{Peso del sustrato seco (toneladas)}}$$

Donde:

Peso fresco de los hongos cosechados. Es el peso total de los hongos obtenidos después de la cosecha, medido en unidades de masa (por ejemplo, gramos o kilogramos).

Peso seco del sustrato utilizado. Es el peso inicial del sustrato seco utilizado para cultivar los hongos, también medido en unidades de masa.

Este cálculo proporciona el porcentaje de rendimiento de hongos en relación con la cantidad de sustrato utilizado. Es importante destacar que el peso fresco de los hongos cosechados incluye tanto los basidiocarpos (parte fructífera del hongo) como el micelio (parte vegetativa del hongo), por lo que el rendimiento total puede variar según el método de cosecha y las condiciones específicas del cultivo.

5.5.2. Peso promedio por basidiocarpo

Se obtuvo dividiendo el peso total de la suma de los basidiocarpos de la unidad experimental entre el número de los mismos.

$$\text{Peso promedio por basidiocarpo} = \frac{\text{Peso total de basidiocarpos}}{\text{Número total de basidiocarpos}}$$

Donde:

Peso total de basidiocarpos. Es la suma de los pesos individuales de todos los basidiocarpos medidos.

Número total de basidiocarpos. Es la cantidad total de basidiocarpos que se han pesado.

Este cálculo permite determinar el peso promedio típico de un basidiocarpo en una muestra de hongos, lo cual es útil para estudios de producción, calidad y rendimiento en cultivos de hongos comestibles como *Pleurotus ostreatus*.

5.5.3. Número de basidiocarpos

Para calcular el número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* u otros hongos utilizando sustratos, generalmente se cuenta o se estima visualmente el número de basidiocarpos producidos durante el ciclo de cultivo. No hay una fórmula específica para calcular el número de basidiocarpos a partir de sustratos, ya que esto depende de varios factores como las condiciones de cultivo, la densidad de siembra, y la eficiencia del cultivo.

Para obtener una estimación del número de basidiocarpos por unidad de área o por cultivo, se utiliza la siguiente aproximación:

Observación directa. Contar físicamente los basidiocarpos que se desarrollan en cada ciclo de cultivo.

Densidad de siembra. Si sabes la cantidad de micelio inoculado por unidad de sustrato, puedes hacer una estimación basada en la densidad de siembra y la eficiencia de fructificación del cultivo.

5.5.4. Eficiencia biológica (E.B.)

Este factor es muy importante para la evaluación del rendimiento puesto que se considera dos factores importantes como son la bioconversión de energía y la degradación biótica del sustrato, los valores serán expresados en porcentaje (%) y para ello se pesarán los basidiocarpos frescos y el sustrato seco, **Bautista et al. (2003)** propuso la siguiente formula:

$$EB = \frac{\text{Peso total de basidiocarpos (kg)}}{\text{Peso de sustrato utilizado (kg)}} \times 100$$

5.5.5. Tasa de productividad (T.P.)

Reyes et al. (2004) señala que el tiempo de producción se toma a partir de la inoculación del sustrato definitivo hasta obtener la última cosecha.

$$\text{Tasa de productividad (T.P.)} = \frac{\text{Peso fresco de los hongos cosechados}}{\text{Tiempo de cultivo}}$$

La tasa de productividad indica la eficiencia con la que los hongos están siendo producidos en un determinado período de tiempo. Es una medida útil para evaluar y comparar diferentes métodos de cultivo, condiciones de cultivo y sustratos utilizados en la producción de *Pleurotus* y otros hongos comestibles.

Peso fresco de los hongos cosechados. Es el peso total de los hongos cosechados después de la cosecha, medido en unidades de masa (gramos).

Tiempo de cultivo. Es el tiempo total durante el cual los hongos han sido cultivados y cosechados, usualmente expresado en días.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. RESULTADOS

6.1.1. Rendimiento del hongo (*Pleurotus ostreatus*)

Para determinar el rendimiento de basidiocarpos del hongo *Pleurotus ostreatus*, se registraron los datos del peso (gr) de los basidiocarpos en las tres etapas de cosecha.

Tabla 12

Datos de rendimiento (en kg/Tn de sustrato)

REPETICIONES	TRATAMIENTO			
	O-Maiz	O – Café	O-Plátano	O-Cacao
I	317.52	399.2	285.56	314.15
II	330.71	384.8	282.5	319.45
III	322.56	397.93	291.22	312.75
IV	336.12	381.46	276.5	313.46
V	332.65	386.35	284.97	309.78
VI	319.58	394.31	294.97	320.95
VII	333.95	382.61	282.89	317.89
VIII	317.84	393.78	282.46	312.56
IX	327.19	379.97	291.6	311.86
X	324.28	388.19	293.56	322.96
PROMEDIO	326.24	388.86	286.623	315.581

El cuadro de promedios por tratamientos muestra que el tratamiento en pulpa de café (O-CF) tiene mayor promedio a diferencia de los otros tratamientos con 388,86 kg/tn de sustrato y el de menor promedio es el tratamiento en rastrojo de plátano (O-P) con un promedio de 286.623 kg/tn de sustrato.

Tabla 13

ANVA (análisis de varianza)

F de V	GL	SC	CM	FC	F. T		SIG
					0.05	0.01	
Tratamiento	3	55663	18554.3	491.29	2.872	4.39	* *
Error	36	1360	37.8				
Total	39	57023	CV= 1.87 %				

En el cuadro se observa que los tratamientos son estadísticamente significativos al 99 % de significancia con un coeficiente de variabilidad de 1.87% donde se puede evidenciar que el manejo se dio dentro del rango permitido.

Tabla 14

Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos

Diferencias	ALS(T)		Significancia
	0.05	0.01	
(O-CF) - (O-P) = 102.24	9.44	12.95	* *
(O-CF) - (O-C) = 73.28	9.44	12.95	* *
(O-CF) - (O-M) = 62.62	9.44	12.95	* *
(O-M) - (O-P) = 39.62	9.44	12.95	* *
(O-M) - (O-C) = 10.66	9.44	12.95	* *
(O-C) - (O-P) = 28.96	9.44	12.95	* *

Los resultados obtenidos en la prueba de comparaciones múltiples revelaron el tratamiento (O-CF) se destaca como el mejor, con diferencias estadísticamente significativas al 99% de confianza frente a todos los demás. (O-M) también muestra una mejora importante, aunque en menor medida que (O-CF), mientras que el tratamiento (O-P) resultó ser el tratamiento menos favorable.

Tabla 15

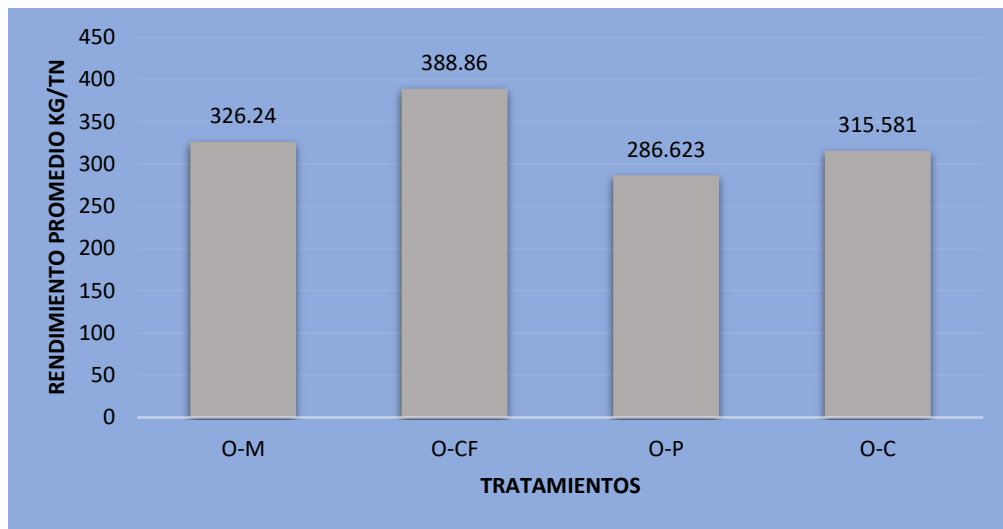
*Comparaciones Tukey del rendimiento de *Pleurotus ostreatus**

Orden de Méritos	Tratamiento	Clave	Promedios	Significancia 5 %
I	Sustrato de café	O – CF	388.86	a
II	Sustrato de maíz	O – M	326.24	b
III	Sustrato de cacao	O – C	315.58	c
IV	Sustrato de plátano	O – P	286.62	d

La prueba estadística de tukey muestra que el tratamiento (O-CF) es superior con un promedio de 388.86 kg/tn con respecto a los demás tratamientos como Sustrato de maíz (O-M) con 326.24 kg/tn de sustrato, Sustrato de cacao con 315.58 kg/tn y Sustrato de plátano (O-P) con 286.62 kg/tn de promedio.

Figura 3

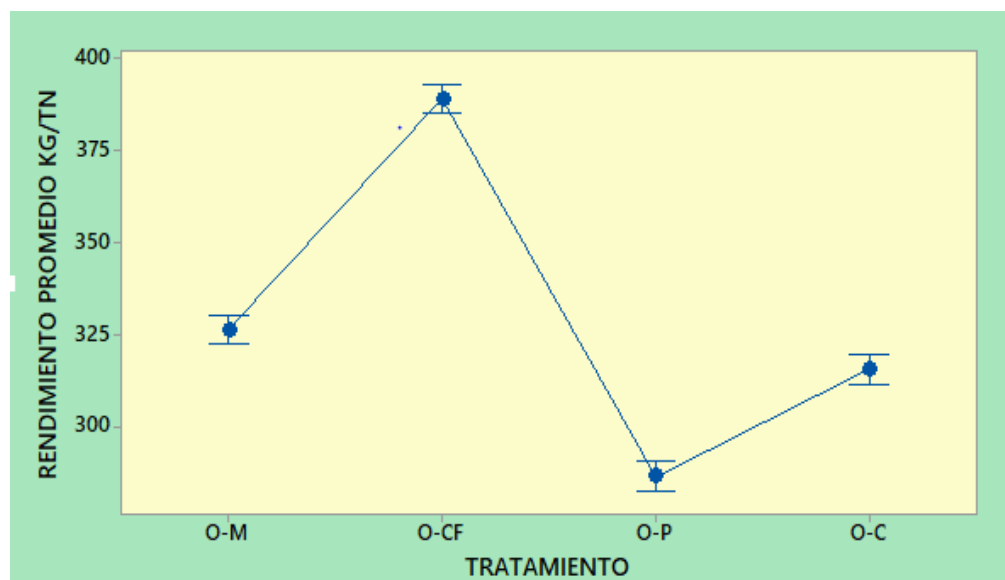
*Rendimiento (en kg/Tn de sustrato) de *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos diferentes*



La grafica muestra que el tratamiento O-CF es superior con un promedio de 388.86 kg/tn a los demás tratamientos (O-M) 326.24 kg/tn, (O-C) con 315.58 kg/tn y (O-P) con 286.62 kg/tn.

Figura 4

Intervalos Tukey del rendimiento (en kg/Tn de sustrato)



La grafica muestra que el tratamiento (O-CF) es superior con un promedio de 388.86 kg/tn a los demás tratamientos, (O-M) con 326.24 kg/tn, (O-C) con 315.58 kg/tn y (O-P) con 286.62 kg/tn de promedio.

6.1.2. Determinación del peso promedio por basidiocarpo

Se registraron el peso total de basidiocarpos y obtuvimos los promedios para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones dividiendo entre la cantidad de basidiocarpos producidos.

Tabla 16

Peso promedio (gr) por basidiocarpos de Pleurotus ostreatus

		TRATAMIENTOS			
		O-M	O-CF	O-P	O-C
REPETICIONES	I	28.87	20.47	33.6	18.48
	II	18.9	24.05	22.6	22.03
	III	20.16	27.44	26.47	20.18
	IV	24.9	19.07	27.65	20.9
	V	25.59	20.88	38	16.74
	VI	29.05	24.64	26.82	22.93
	VII	27.83	21.26	20.95	21.19
	VIII	21.92	20.19	26.9	21.56
	IX	21.11	19	32.4	17.82
	X	19.65	20.43	30.9	22.27
	PROMEDIO	23.80	21.74	28.63	20.41

Tabla 17

Cuadro ANVA (análisis de varianza) del peso promedio por basidiocarpos de Pleurotus ostreatus en cuatro sustratos diferentes.

F de V	GL	SC	CM	FC	F. T		SIG
					0.05	0.01	
Tratamiento	3	389.5000	129.8200	9.65	2.872	4.39	* *
Error	36	484.4000	13.4600				
Total	39	873.9000	CV=15.51%				

El análisis de varianza indica diferencias altamente significativas al 99 % de confianza entre los tratamientos. El CV=15.51 % es aceptable y revela una variabilidad moderada entre los datos.

Tabla 18*Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos*

Diferencias	ALS(T)		Significancia
	0.05	0.01	
(O-P) - (O-C) = 8.22	5.56	7.711	* *
(O-P) - (O-CF) = 6.887	5.56	7.711	* NS
(O-P) - (O-M) = 4.83	5.56	7.711	NS NS
(O-M) - (O-C) = 3.39	5.56	7.711	NS NS
(O-M) - O-CF) = 2.057	5.56	7.711	NS NS
(O-CF) - (O-C) = 1.333	5.56	7.711	NS NS

El análisis de comparaciones múltiples indica que el sustrato de rastrojo de plátano (O-P) permite obtener basidiocarpos con mayor peso promedio, siendo estadísticamente superior al sustrato de cacao (O-C) al 99 % de significancia y ligeramente superior al sustrato de café (O-CF) al 95 %. En cambio, no se encontraron diferencias significativas entre los sustratos de maíz, café y cacao entre sí.

Tabla 19

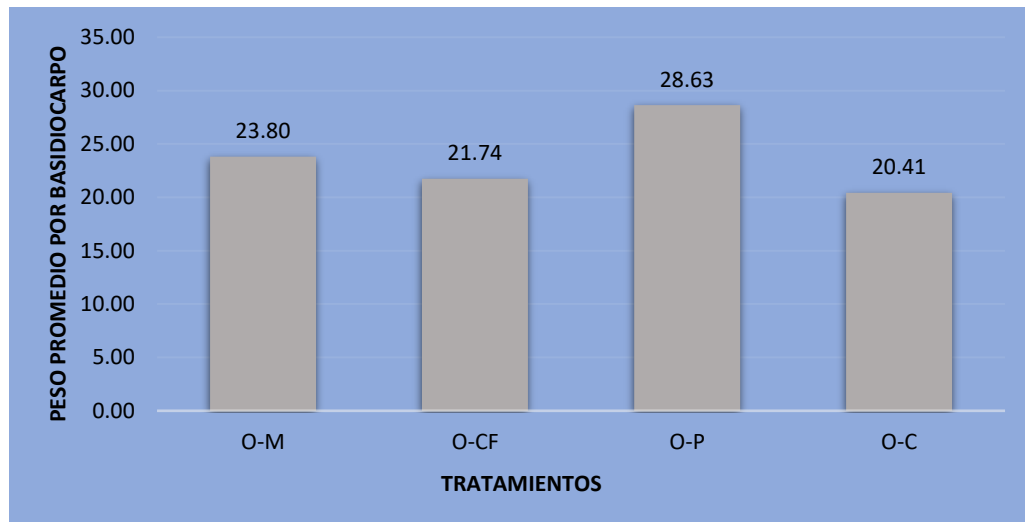
*Comparaciones Tukey del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos diferentes*

Orden de Méritos	Tratamiento	Clave	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de plátano	O – P	28.63	a
II	Rastrojo de maíz	O – M	23.80	b
III	Rastrojo de café	O – CF	21.743	b
IV	Rastrojo de cacao	O – C	20.410	b

El tratamiento (O-P) presenta el mayor peso promedio 28.63 g, siendo estadísticamente superior al resto. Las demás comparaciones no fueron significativas, lo que indica que (O-M), (O-CF) y (O-C) tienen valores similares.

Figura 5

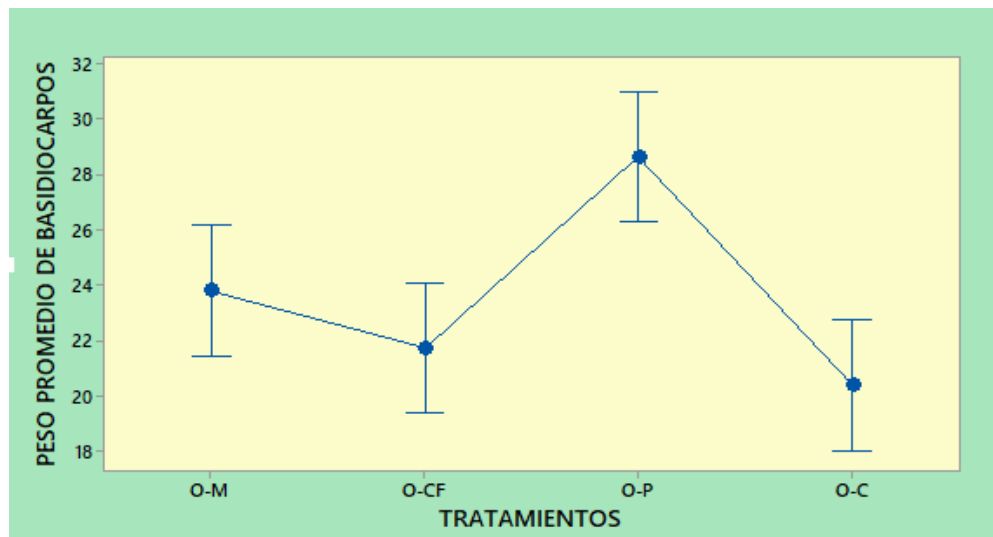
*Valores del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos diferentes*



Se observa claramente que el sustrato de plátano genera hongos de mayor peso individual.

Figura 6

*Intervalos Tukey del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos diferentes*



Solo el tratamiento (O-P) tiene un intervalo separado, confirmando su diferencia estadística respecto a los otros tratamientos.

6.1.3. Determinación del número de basidiocarpos

Se realizó el conteo físicamente de los basidiocarpos que se desarrollaron en el ciclo del cultivo.

Tabla 20

Número de basidiocarpos de Pleurotus ostreatus

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
		O-M	O-CF	O-P	O-C
	I	22	39	17	34
	II	35	32	25	29
	III	32	29	22	31
	IV	27	40	20	30
	V	26	37	15	37
	VI	22	32	22	28
	VII	24	36	27	30
	VIII	29	39	21	29
	IX	31	40	18	35
	X	33	38	19	29
	PROMEDIO	28.10	36.20	20.60	31.2

Tabla 21

Cuadro ANVA (análisis de varianza)

F de V	GL	SC	MC	FC	F. T		SIG
					0.05	0.01	
Tratamiento	3	1280.5	426.83	28.96	2.872	4.39	* *
Error	36	530.5	14.74				
Total	39	1811.0	CV=13.23%				

Se muestra que existen diferencias altamente significativas al 99% de confianza entre tratamientos. El CV=13.23 % es aceptable, y respalda la precisión del experimento.

Tabla 22*Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos*

Diferencias	ALS(T)		Significancia
	0.05	0.01	
(O-CF) - (O-P) = 15.6	5.82	8.070	* *
(O-CF) - (O-M) = 8.1	5.82	8.070	* *
(O-CF) - (O-C) = 5	5.82	8.070	NS NS
(O-C) - (O-P) = 10.60	5.82	8.070	* *
(O-C) - (O-M) = 3.1	5.82	8.070	NS NS
(O-M) - (O-P) = 7.5	5.82	8.070	* NS

El tratamiento (O-CF) produjo significativamente más basidiocarpos que (O-P) y (O-M), pero no difirió significativamente de (O-C), mientras que el (O-P) fue el que menos basidiocarpos produjo.

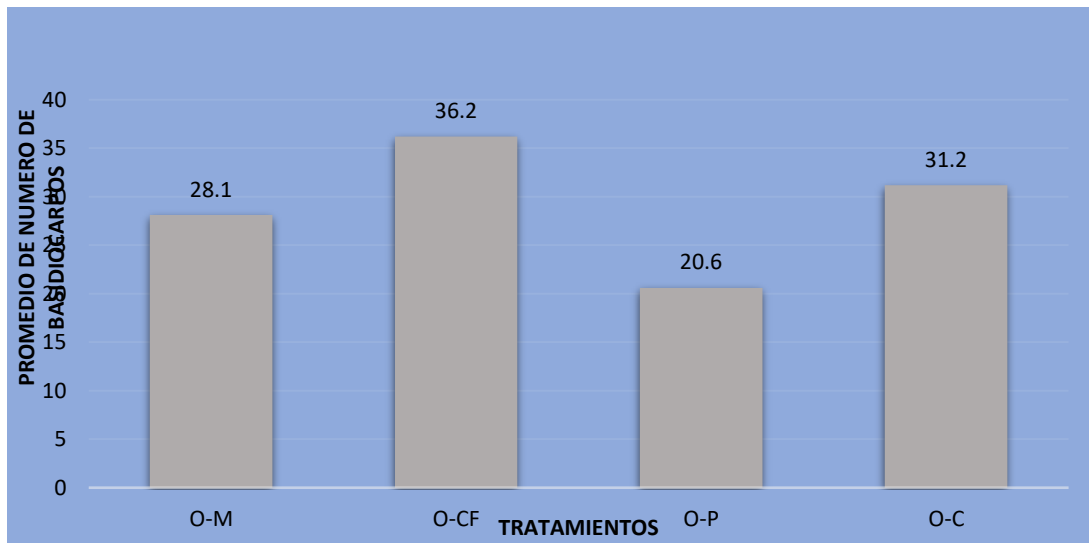
Tabla 23*Comparaciones Tukey del número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus**

Orden de Méritos	Tratamiento	Clave	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de café	O – CF	36.20	a
II	Rastrojo de cacao	O – C	31.200	b
III	Rastrojo de maíz	O – M	28.10	b
IV	Rastrojo de Plátano	O – P	20.60	c

El tratamiento con sustrato de café (O-CF) obtuvo el mayor número de basidiocarpos y se ubicó en un grupo estadístico superior. El sustrato de plátano (O-P) se ubicó en el grupo más bajo.

Figura 7

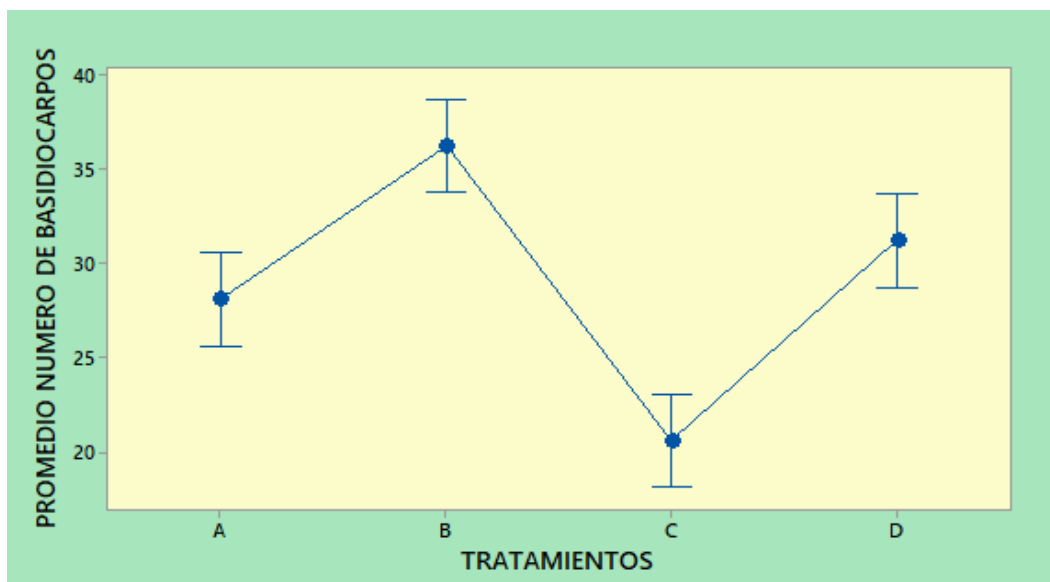
*Valores promedio del número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus**



Visualmente se confirma la superioridad del tratamiento (O-CF) y la menor cantidad de basidiocarpos en (O-P).

Figura 8

*Intervalos Tukey del número de basidiocarpos de *Pleurotus**



El tratamiento (O-CF) tiene un intervalo claramente separado del (O-P), lo que indica diferencias estadísticas claras.

6.1.4. Eficiencia biológica y tasa de productividad

Para evaluar la eficiencia biológica se registraron datos del peso total de los basidiocarpos sobre el peso de sustrato utilizado, el resultado de este multiplicado por 100.

Tabla 24

Eficiencia biológica (%) de Pleurotus ostreatus

REPETICIONES		TRATAMIENTOS			
		O-M	O-CF	O-P	O-C
	I	31.750	39.92	28.556	31.415
	II	33.070	38.48	28.250	31.945
	III	32.260	39.793	29.122	31.275
	IV	33.610	38.146	27.650	31.346
	V	33.270	38.64	28.497	30.978
	VI	31.960	39.431	29.497	32.095
	VII	33.400	38.261	28.289	31.789
	VIII	31.780	39.378	28.246	31.256
	IX	32.720	37.997	29.160	31.186
	X	32.430	38.819	29.356	32.296
	PROMEDIO	32.625	38.89	28.66	31.56

Tabla 25

Cuadro ANVA (análisis de varianza) de la eficiencia biológica de Pleurotus ostreatus en cuatro sustratos diferentes

F de V	GL	SC	CM	FC	F. T		SIG
					0.05	0.01	
Tratamiento	3	556.49	185.497	491.13	2.872	4.39	* *
Error	36	13.60	0.378				
Total	39	570.09					

CV:1.87 %.

Las diferencias entre tratamientos son altamente significativas al 99% de confianza con un CV=1.87 %, lo que indica alta homogeneidad en los datos.

Tabla 26*Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos*

Diferencias	ALS(T)		Significancia
	0.05	0.01	
(O-CF) - (O-P) = 10.223	0.932	1.292	* *
(O-CF) - (O-C) = 7.325	0.932	1.292	* *
(O-CF) - (O-M) = 6.262	0.932	1.292	* *
(O-M) - (O-P) = 3.961	0.932	1.292	* *
(O-M) - (O-C) = 1.063	0.932	1.292	* NS
(O-C) - (O-P) = 2.898	0.932	1.292	* *

El análisis de comparaciones múltiples muestra diferencias estadísticamente significativas entre la mayoría de los tratamientos evaluados. El tratamiento (O-CF) presentó diferencias altamente significativas con respecto a (O-P), (O-C) y (O-M), lo que indica que su efecto fue marcadamente distinto. Asimismo, (O-P) también se distinguió significativamente de los otros tratamientos.

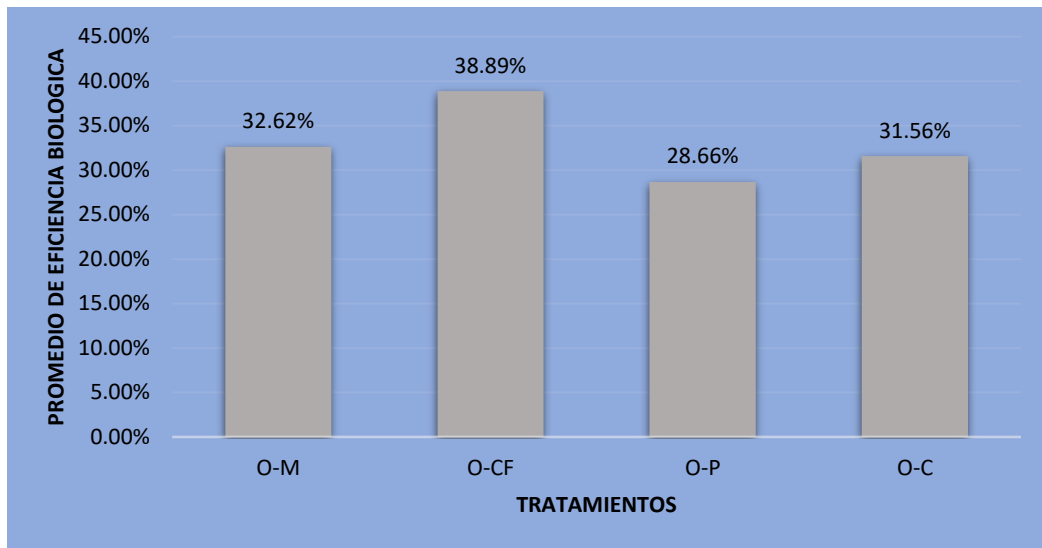
Tabla 27*Comparaciones Tukey de la eficiencia biológica*

Orden de Méritos	Tratamiento	Clave	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de café	O – CF	38.887	a
II	Rastrojo de maíz	O – M	32.625	b
III	Rastrojo de cacao	O – C	31.562	c
IV	Rastrojo de plátano	O – P	28.664	d

El tratamiento (O-CF) es el más eficiente para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, mostrando una eficiencia biológica significativamente mayor que los otros sustratos evaluados con un promedio de 38.887 %.

Figura 9

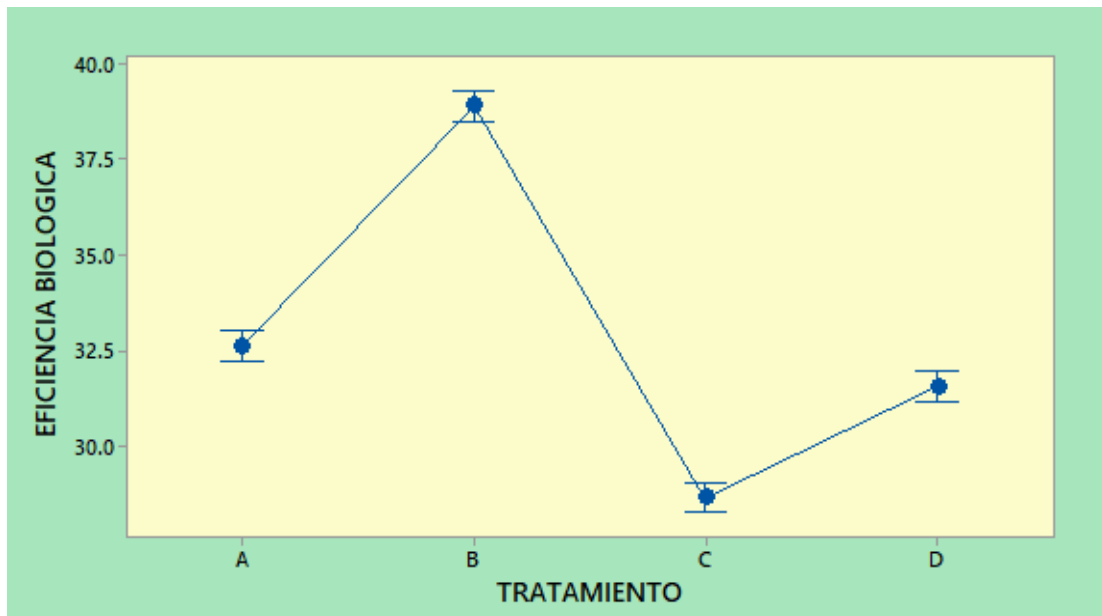
Valores promedio de la eficiencia biológica



La grafica muestra la eficiencia superior del sustrato de café (O-CF) sobre los demás tratamientos.

Figura 10

Intervalos Tukey de la eficiencia biológica



Se observa que no hay superposición de intervalos entre (O-CF) y los demás tratamientos, confirmando diferencias estadísticamente significativas.

6.1.5. Tasa de Productividad

Para evaluar la tasa de productividad, los datos lo obtuvimos mediante peso fresco de los hongos cosechados sobre los días transcurridos del tiempo del cultivo (92 días).

Tabla 28

Tasa de productividad (%/ día)

		TRATAMIENTOS			
		O-M	O-CF	O-P	O-C
REPETICIONES	I	0.345	0.434	0.31	0.341
	II	0.359	0.418	0.307	0.347
	III	0.351	0.433	0.317	0.340
	IV	0.365	0.415	0.301	0.341
	V	0.362	0.420	0.310	0.337
	VI	0.347	0.429	0.321	0.349
	VII	0.363	0.416	0.307	0.346
	VIII	0.345	0.428	0.307	0.340
	IX	0.356	0.413	0.317	0.339
	X	0.352	0.422	0.319	0.351
	Promedio	0.3545000	0.422800	0.31160	0.34310

Tabla 29

Cuadro ANVA (análisis de varianza) de la tasa de productividad de Pleurotus ostreatus en cuatro sustratos diferentes

F de V	GL	SC	CM	FC	F. T		SIG
					0.05	0.01	
Tratamiento	3	0.063188	0.021063	459.55	2.872	4.39	* *
Error	36	0.001650	0.000046				
Total	39	0.064838		CV=1.88%			

El análisis muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos al 99% de confianza. Donde el bajo CV=1.88 % indica resultados confiables y precisos.

Tabla 30*Cuadro de Comparaciones de medias – Valores críticos*

Diferencias	ALS(T)		Significancia
	0.05	0.01	
(O-CF) - (O-P) = 10.9	0.010	0.014	* *
(O-CF) - (O-C) = 7.8	0.010	0.014	* *
(O-CF) - (O-M) = 6.6	0.010	0.014	* *
(O-M) - (O-P) = 4.3	0.010	0.014	* *
(O-M) - (O-C) = 1.2	0.010	0.014	* *
(O-C) - (O-P) = 3.1	0.010	0.014	* *

El sustrato de café (O-CF) es estadísticamente superior a todos los demás tratamientos, alcanzando la mayor eficiencia diaria en la producción del hongo. Asimismo, los sustratos de maíz (O-M) y cacao (O-C) mostraron diferencias significativas respecto al sustrato de plátano (O-P), que obtuvo la tasa más baja.

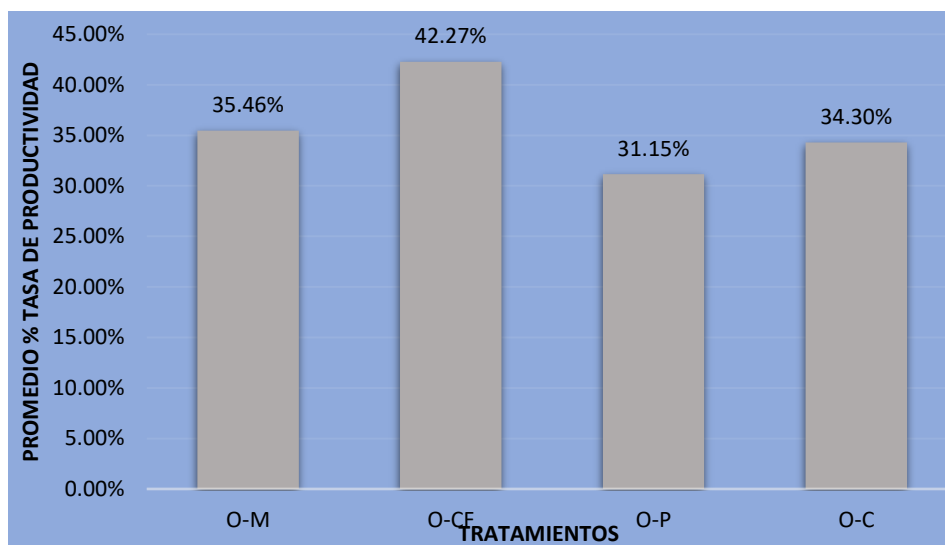
Tabla 31*Cuadro de comparaciones Tukey de la tasa de productividad*

Orden de Méritos	Tratamiento	Clave	Promedios	Significancia %
I	Rastrojo de café	O – CF	42.200	A
II	Rastrojo de maíz	O – M	35.600	B
III	Rastrojo de cacao	O – C	34.400	C
IV	Rastrojo de plátano	O – P	31.300	D

El análisis de Tukey posiciona al rastrojo de café (O–CF) como el tratamiento más eficiente, con una productividad promedio de 42.20 %/día, siendo estadísticamente superior. Posteriormente el rastrojo de maíz (O–M) con 35.60 %, el rastrojo de cacao (O–C) con 34.40 %, y finalmente el rastrojo de plátano (O–P) con 31.30 %, siendo este último el menos eficiente.

Figura 11

Valores promedio de la tasa de productividad

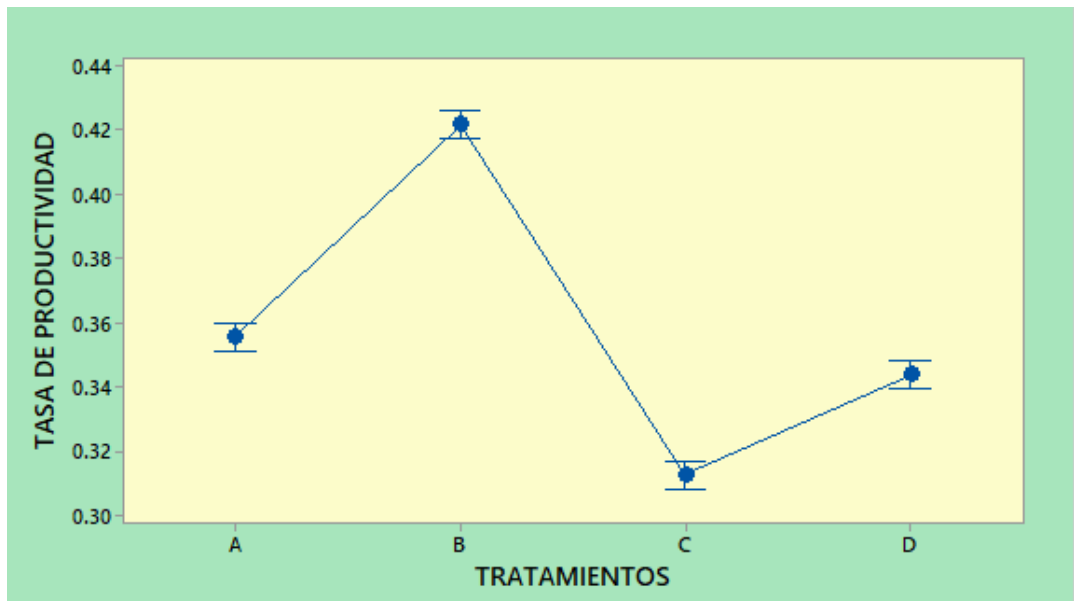


El gráfico permite observar que el rastrojo de café (O–CF) presenta el mayor valor promedio de tasa de productividad diaria (42.27 %), seguido por el rastrojo de maíz (35.46 %), rastrojo de cacao (34.30 %), y el rastrojo de plátano (31.15 %).

Esta distribución gráfica confirma que el sustrato (pulpa) de café favorece una mayor eficiencia en la producción del hongo por unidad de tiempo, posicionándose como la mejor alternativa entre los cuatro sustratos evaluados.

Figura 12

Intervalos Tukey sobre la tasa de productividad



El gráfico que representa los intervalos de Tukey, evidencia que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los intervalos no se superponen entre el tratamiento (O–CF) y los demás, lo que confirma su superioridad estadística en cuanto a la tasa de productividad diaria del hongo. Asimismo, los tratamientos (O–M), (O–C) y (O–P) forman grupos separados, con el rastrojo de plátano presentando el rendimiento más bajo.

6.2. Discusión

A. Rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*

Lopez, M. (2022), en su trabajo de tesis “producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos, bajo condiciones de laboratorio del centro Agronómico Kayra-san Jerónimo-cusco”, respecto al resultado en el tratamiento con rastrojo de café (O-CF) se obtuvo 275.22 kg de basidiocarpos frescos por tonelada, en esta investigación se obtuvo como resultado en rendimiento el valor de 388.86kg/tn de basidiocarpos frescos por tonelada de sustrato (O-CF) siendo este el más optimo.

B. Determinación del peso promedio del basidiocarpo

Ramos, N. (2018), en su trabajo de tesis “Producción de tres especies de *Pleurotus spp* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) utilizando diferentes sustratos, en el centro agronomico Kayra – San Jerónimo – Cusco”, se obtuvo como resultado en el tratamiento con rastrojo de maíz (O-M) 22.765 kg, en esta investigación el peso promedio utilizando el mismo rastrojo (O-M) se obtuvo como resultado 28.63 Kg.

C. Determinación del número de basidiocarpos

Lopez, M. (2022), en su trabajo de tesis “producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro diferentes sustratos, bajo condiciones de laboratorio del centro Agronómico Kayra-san Jerónimo-cusco”, en el tratamiento con rastrojo de plátano (O-P) se obtuvo como resultado 15.83 unidades de basidiocarpos a diferencia de esta investigación obteniendo como resultado 20.60 unidades de basidiocarpos.

D. Determinación de eficiencia biológica

Ramos, N. (2018), en su trabajo de tesis “Producción de tres especies de *Pleurotus spp* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) utilizando diferentes sustratos, en el centro agronomico Kayra – San Jerónimo – Cusco”, en lo que concierne a eficiencia bilógica obtuvo como resultado en el tratamiento de maíz (O-M) 21.600 %, y en lo que respecta esta investigación en el tratamiento (O-M) se obtuvo como resultado 32.625 %.

E. Tasa de productividad

Huaman, D. (2023), en su trabajo de tesis “Determinación de la eficiencia del hongo (*Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer en cinco sustratos, en el centro agronómico Kayra – San Jerónimo – Cusco. Referente a tasa de productividad en rastrojo de maíz obtuvo como resultado 0.19 %/día, es decir por cada 100 kg de

rastrojo en promedio se produjo 0.19 kg (190 gr) de basidiocarpo en forma diaria, en el caso es esta investigación en el tratamiento con rastrojo de maíz se obtuvo 0.35 %.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. CONCLUSIONES

- A. **Rendimiento del hongo de *Pleurotus ostreatus***, se concluye que el tratamiento en pulpa de café (O-CF) fue el que presento mayor promedio con 388.86 kg/tn de sustrato, frente al tratamiento en rastrojo de maíz (O-M) con 326.24 kg/tn de sustrato.
- B. **Peso promedio de basidiocarpo**, el tratamiento que presento mayor peso de basidiocarpo fue el tratamiento con rastrojo de plátano (O-P) con 28.63 gr seguido del tratamiento con rastrojo de maíz (O-M) con 23.80 gr.
- C. **Determinación de basidiocarpos**, el tratamiento con mayor número de basidiocarpos fue el tratamiento compuesto por pulpa de café (O-CF) con 36.20 basidiocarpos, ocupando el segundo lugar fue el tratamiento en cascara de cacao (O-C) con 31.200 basidiocarpos.
- D. **Determinación de la eficiencia biológica**, el tratamiento que presento mayor eficiencia biológica fue el tratamiento en pulpa de café (O-CF) con 38.887 %, seguidamente fue el tratamiento en rastrojo de maíz (O-M) con 32.625 %.
- E. **Determinación de la tasa de productividad**, el tratamiento con mayor tasa de productividad fue el tratamiento en pulpa de café (O-CF) con 42.200 %, frente a los demás tratamientos.

7.2. SUGERENCIAS

- A. El hongo *Pleurotus ostreatus* ofrece beneficios nutricionales, económicos y ambientales, siendo así una fuente rica en proteínas y minerales con ello dar a conocer a las familias los beneficios de este hongo, y así poder introducir en su alimentación.
- B. Aprovechar los restos de los cultivos después de cada cosecha como es el café, maíz, plátano y cacao. Ya que estos son dejados en el campo
- C. Teniendo en cuenta que muchas familias campesinas de nuestra región del cusco uno de los grandes problemas es la desnutrición a consecuencia de la disponibilidad de alimentos de fuentes proteínas, debido a los pocos ingresos económicos, con todo lo mencionado introducir en su dieta alimentaria.
- D. En rendimiento de basidiocarpos utilizar la cascarilla(pulpa) de café para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, resultando el más optimo en esta investigación.
- E. En cuanto a peso del basidiocarpo utilizar las hojarascas del plátano para la producción de *Pleurotus ostreatus*.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, A. (2022). *Producción del Hongo Ostra Pleurotus ostreatus a partir de residuos de café (Coffea arábica) provincia del Azuay, cantón Santa Isabel, comunidad Guayara*. Cuenca-Ecuador: Universidad Católica de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/98ec3a02-a6d6-4fa4-a283-996ce4dcb3c9/content>
- Acosta, U., & Bustos, Z. (1998). *Cultivo de Pleurotus ostreatus, en la planta Probiotec*. Chiapas-México: Universidad Autónoma de Chiapas. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jose-Sanchez-104/publication/256528512_El_cultivo_de_setas_Pleurotus_spp_en_Mexico/links/542ec8650cf29bbc126f5f79/El-cultivo-de-setas-Pleurotus-spp-enMexico.pdf
- Agrios, G. (1995). *Enfermedades de las plantas causadas por hongos*. Editorial Limusa S.A., 11-25.
- Ajila, L. (2021). *Evaluación de sustratos orgánicos en la propagación del banano*. Machala-Ecuador: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16537/1/TTUACA-2021IA-DE00003.pdf>
- Ancco, M. (2012). *Evaluación del crecimiento y producción del hongo ostra (Pleurotus ostreatus) en tres diferentes residuos agroindustriales de la provincia de Abancay*. Abancay-Perú: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Obtenido de https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/299/T_0013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ardón, C. (2007). *La producción de los hongos monestibles*. San Carlos-Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1932.pdf
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica* (Sexta Edición ed.). Caracas-Venezuela: Editorial Episteme. Obtenido de <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyectode-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>

- Atlas, R., & Bartha, R. (2002). *Ecología Microbiana y Ecología Ambiental*. MadridEspaña: Pearson Educación
- Avendaño, S. (13 de Junio de 2024). *La eficiencia biológica* . Obtenido de avibility.com: <https://avinews.com/avibility/eficiencia-biologica-sostenibilidady-bienestar-animal/>
- Avila, N., Orozco, V., Barraza, B., & Medina, A. (2021). Pleurotus: Un hongo comestible con propiedades Nutricionales, Medicinales e Importancia Ambiental. *Informe Microciencia*, 10, 134-148. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/microciencia/article/download/10084/9174/29540>
- Bobek, P., Ozdín, L., & Galbavy, S. (1998). Dose- and time-dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) in rats. *Revista nutrition*, 14(3), 282-286. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9583372/>
- Bonilla, L. (2001). *Factores que afectan el crecimiento micelial y la degradación del sustrato por Agrocybe aegerita*. Guatemala: Editorial USAC.
- Botelho, T., & Ramos, B. (1985). *Cogumelos comestiveis*. Sao Paulo-Brasil: Editorial Icome. Obtenido de [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1012094&biblioteca=vazio&busca=\(autoria:%22BONONI,%20V.%20L.%22\)&qFacets=\(autoria:%22BONONI,%20V.%20L.%22\)&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1012094&biblioteca=vazio&busca=(autoria:%22BONONI,%20V.%20L.%22)&qFacets=(autoria:%22BONONI,%20V.%20L.%22)&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1)
- Candia, C. (2009). *Evaluación de sustratos lignocelulosicos para la producción de Pleurotus ostreatus*. Cusco-Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Carranza, Z. (2006). *Selección e identificación de especies de hongos ectomicorrizógenos del estado de Hidalgo más competentes en medio de cultivo sólido*. Tulancingo-México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icap/licenciatura/documentos/Seleccion%20e%20identificacion%20de%20especies.pdf
- Castillo, E., Alvarez, C., & Contreras, Y. (2018). Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao (theobroma cacao L.) Cosechados en

- Caucagua estado Miranda. Venezuela. *Revista Investigaciones*, 154-175.
Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3761/376160247008/html/>
- Cervantes, R., Casrto, I., Cabrera, J., & Fernández, D. (2014). Efecto de la pulpa de cafeto (*Coffea arábica* L.) variedad arábica sobre propiedades químicas de tres suelos del macizo montañoso Guamuhaya. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542014000300003#:~:text=Otros%20compuestos%20encontrados%2C%20expresados%20en,et%20al.%2C%202008).
- Chang, S., & Miles, P. (1984). A New Look at Cultivated Mushrooms Get access Arrow. *Revista Bioscience*, 358-362. Obtenido de <https://academic.oup.com/bioscience/articleabstract/34/6/358/232057?redirectedFrom=fulltext>
- Collazos, C., White, P., Quiroz, M., & Roca, N. (1996). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Lima-Perú: Instituto Nacional de Salud.
- Córdova, M. (2021). *Productividad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en sustrato de café y determinación del valor nutricional*. Lima-Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia. Obtenido de https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/9066/Productividad_CordovaAlberca_Mercy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cubas, P. (14 de Enero de 2007). *Hongos*. Obtenido de <https://www.aulados.net/>:
https://www.aulados.net/Botanica/Curso_Botanica/Hongos/31_hongos_general_texto.pdf
- Cueva, C. (2018). *Aprovechamiento de residuos de plátano, cacao y maíz como sustratos para la producción del hongo "*Pleurotus ostreatus*", en la comunidad La Magdalena de Francisco de Orellana*. Orellana-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10172/1/236T0370.PDF>
- Deacon, J. (1990). *Introducción a la micología moderna*. México D.F.: Editorial Limusa. Obtenido de <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=000011296>
- Deacon, J. (1998). *Introducción a la micología moderna*. México D.F.: Editorial Limusa. Obtenido de <http://biblioteca.unsch.edu.pe/cgi->

bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=27133&shelfbrowse_itemnumber=683
74

- Díaz, K., Casanova, M., León, T. G., Bardales, C., & Cabos, J. (2019). Producción de *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) ICFC 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos. *Revista Arnaldoa*, 26(3), 1177-1184. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000300022
- Fernández, F. (2004). *Guía práctica de producción de setas (Pleurotus spp.)*. JaliscoMéxico: Editorial Fungitec Asesorías.
- Fierro, N., Contreras, A., González, R., & Mendoza, R. (2018). Caracterización química y nutrimental de la pulpa de café. *Revista Agroproductividad*, 9-13.
- Galindo, J. (1996). *Cultivo moderno de champiñón*. Madrid-España: Ediciones Mundi Prensa. Obtenido de <https://www.casadellibro.com/libro-cultivo-moderno-delchampinon-2-ed/9788471140746/134932>
- García, D. (2000). *Utilización de rastrojos de maíz (Zea mays) y cascarilla de arroz (Oriza sativa) como sustrato para el cultivo del hongo*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1901.pdf
- Gil, A., Clavijo, C., & Ruiz, A. (2013). Screening of edible mushrooms and extraction by pressurized water (PWE) of 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl CoA reductase inhibitors. *Journal of Functional Foods*, 244-250. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464612001594>
- Guzmán, G. (2000). El género *Pleurotus* (Agaricales): Diversidad, problemas taxonómicos usos culturales y tradicionales y medicinales. *Revista Publicación Internacional de Hongos Medicinales*, 95-123.
- Guzmán, G., Mata, D., Salmenes, L., & Soto, L. (1993). *El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agroindustriales*. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Herrera, T. (1998). *El reino de los hongos*. México D.F.: Repositorio UNAM. Obtenido de <http://repositorio.fciencias.unam.mx:8080/jspui/handle/11154/149506>
- Jiménez, L. (2009). *Evaluación de Cinco Sustratos Complementarios a la Pulpa de*

- Café para el Cultivo de Hongo Comestible (Pleurotus ostreatus) en el Municipio de San Ildefonso Ixtahuacán, Huehuetenango. Quetzaltenango Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/De%20Leon-Julio.pdf>*
- Kant, J. (2020). Mushroom: a potent source of natural antiviral drugs. *Revista Applied Science and Technology Annals*, 1(1), 81-91. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/342510560_Mushroom_a_potent_source_of_natural_antiviral_drugs
- Lindao, J. (2016). *Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (Pleurotus ostreatus), cultivado con sustratos de cáscara de cacao, plátano, coco y raquis de palma africana*. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a6f65ddc-a1bd-490f86e2-2a00bad1a207/content>
- Liu, L., Lin, L., Zheng, T., & Lin, L. (2009). Optimización de la fermentación y caracterización de la lacasa de Pleurotus ostreatus cepa 10969. *Revista Enzyme and Microbial Technology*, 426-433. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/223007829_Fermentation_optimization_and_characterization_of_the_laccase_from_Pleurotus_ostreatus_strain_10969
- López, M. (2022). *Producción del hongo ostra (Pleurotus ostreatus) en cuatro diferentes sustratos, bajo condiciones de laboratorio del Centro Agronómico K'ayra – San Jerónimo – Cusco*. Cusco-Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6799>
- Martin, A. (1980). *Introducción a la microbiología del suelo*. México D.F.: AGT editores. Obtenido de https://books.google.com.pe/books/about/Introducci%C3%B3n_a_la_microbiolog%C3%ADa_del_su.html?id=Bj1nzzgAACAAJ&redir_esc=y
- Martínez, D. (2000). Cultivo de Pleurotus spp. sobre desechos agrícolas. *Revista Biótica*, 9, 243-248.
- Mata, M. (2005). *Macrohongos de Costa Rica* (Segunda ed., Vol. 1). Costa Rica: Editorial INBio. Obtenido de

<https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/d7f93397d125-4498-aff9-7548632ee567/content>

- Menendez, J., & Lupu, R. (2006). Mediterranean dietary traditions for the molecular treatment of human cancer: Anti-oncogenic actions of the main olive oil's monounsaturated fatty acid oleic acid. *Revista Current Pharmaceutical Biotechnology*, 7(6), 495-502. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17168666/>
- Miles, P., & Chang, S. (2004). Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. *Revista Boca Raton*, 1-480. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203492086/mushrooms-shu-ting-chang-philip-miles>
- Ministerio del Ambiente. (2022). *Caracterización agroclimática de la región Cusco*. Lima-Perú: MINAM. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-13.pdf>
- Monterroso, O. (2009). *Efecto de la suplementación de la caña de maíz (Zea mays L.) con nitrato de amonio, nitrato de potasio y urea en el cultivo del hongo Pleurotus ostreatus (Cepa ECS-152)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2546.pdf
- Oei, P. (2003). *El cultivo del hongo*. Leiden-Holanda: Publisher Backhuys.
- Padrón, G., Arias, E., Roemro, J., Benavides, A., Zamora, J., & García, S. (2004). Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espumas de poliuretano para uso hortícola. Propiedades físicas y de biodegradabilidad. *Revista de la Sociedad Química de México*, 48(2), 156-164. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S058376932004000200009
- Pavlich, H. (2001). Los hongos comestibles del Perú. *Revista Biota*, 3-19.
- Pérez, L. (2021). *Mejoramiento del consumo de rastrojo de maíz por rumiantes como estrategia para aumentar la producción animal*. Puebla-México: Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/4764/Perez_Martell_LS_DC_EDAR_2021.pdf;jsessionid=69882BFF131DD9AC60B885567943BC53?sequence=1

- Quimio, T. (2002). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Chiapas-México D.F.: Editorial Limusa S. A. Obtenido de <https://www.ecosur.mx/libros/producto/labiologia-y-el-cultivo-de-pleurotus-spp/>
- Quispe, R. (2021). *Producción del Hongo comestible (Pleutorus ostreatus) utilizando diferesntes tipos de sustratos en el centro agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco.* Cusco-Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6246/253T20210420_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ríos, R., & Ruiz, L. (1993). Aislamiento y cultivo del hongo comestible. *Revista Folia amazónica*, 5(2), 1-2. Obtenido de <https://revistas.iiap.gob.pe/index.php/foliaamazonica/article/download/217/282>
- Rojas, D. (2004). *Evaluación de paja de trigo, triticum sativum; broza de encino, Quercus sp. y rastrojo de maíz, (Zea mays) para el cultivo del hongo comestible Pleurotas ostreatus bajo condiciones artesanales en San Rafael la Independencia.* Huehuetenango-Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- Rojas, P. (2000). *Formulación de sustratos lignocelulosicos (bagazo de caña de azúcar, coronta de maíz, peladilla de espárragos) para la producción y calidad del hongo comestible Pleurotus ostreatus*". Trujillo-Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Ruiz, M. (2009). *Aplicación de la ingeniería de matrices en el desarrollo de hongos comestibles (Pleorotus ostreatus) mínimamente procesados, fortificados con vitaminas C, E y minerales calcio y zinc.* Medellín-Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3421/32144896.2009.pdf?sequence=1>
- Rynk, R. (1992). *On-farm composting handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service.* New York-USA: Editorial Cooperative Extension. Obtenido de <https://campus.extension.org/pluginfile.php/48384/course/section/7167/NRAES%20FarmCompost%20manual%201992.pdf>

- Salinas, M., Gómez, V., & Blanco, A. (2017). Conocimiento tradicional de los hongos silvestres comestibles y venenosos de dos localidades del municipio de Pátzcuaro, Michoacán. *Revista Biológicas*, 19(1), 29-34. Obtenido de https://www.biológicas.umich.mx/index.php?journal=biológicas&page=article&op=view&path%5B%5D=biológicas_271&path%5B%5D=444510
- Sánchez, E., Andrade, R., & Moreno, L. (1994). *Los hongos comestibles y el desarrollo rural en el sureste mexicano*. México D.F.: Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Obtenido de <https://sistemas.fciencias.unam.mx/~germoplasma/files/s6/Sanchez%20E.pdf>
- Sánchez, J., & Royse, D. (2001). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* ChiapasMéxico D. F.: Editorial Limusa. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/256526787_Book_La_biologia_y_el_cultivo_de_Pleurotus_spp
- Sharma, R. (2018). Comparative Yield Potential of Various Pleurotus spp./ Strains of Himachal. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(7), 2155-2160. Obtenido de <https://www.ijcmas.com/7-7-2018/Rishu%20Sharma%20and%20B.M.%20Sharma.pdf>
- Singer, R. (1975). *The Agaricales in Modern Taxonomy*. Berlin-Alemania: Editorial Vaduz.
- Sistemas Hortícolas. (28 de Julio de 2022). *¿Qué es un sustrato?* Obtenido de [SistemasHortícolas.com:](https://www.sistemashorticolasalmeria.com/blog/que-es-un-sustrato/)
- Soto, V., Conrado, A., & Arias, A. (2004). *El cultivo de las setas (Pleurotus spp.) una tecnología de producción de alimentos*. México D.F.: Ediciones Cuéllar.
- Suárez, M. (04 de Octubre de 2004). *Cultivo de hongos comestibles setas (Pleurotus)*. Obtenido de Eugensua: <http://www.eugensua@usa.net/>
- Tome, C. (2019). *Cultivo de Pleurotus ostreatus sobre sustratos a base del residuo de las áreas verdes de la Universidad Nacional del Callao*. Callao-Perú: Universidad Nacional del Callao. Obtenido de <https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5126/TOME%20RAMOS%20FIARN%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valera, A. (2019). *Rendimiento del hongo comestible Pleurotus ostreatus cultivado en diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales de la ciudad de*

- Tacna*. Tacna-Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_823ff5e2d69d36f11ae3d34f143f9b33
- Vedder, P. (1996). *Cultivo moderno de Champiñón*. Madrid-España: Ediciones Mundi-Prensa. Obtenido de <https://www.casadellibro.com/libro-cultivomoderno-del-champinon-2-ed/9788471140746/134932>
- Vega, A., & Franco, H. (2013). Productividad y calidad de los cuerpos fructíferos de los hongos comestibles *Pleurotus pulmonarius* RN2 y *P. djamor* RN81 y RN82 cultivados sobre sustratos lignocelulósicos. *Revista Información tecnológica*, 24(1), 69-78. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000100009
- Zadrazil, F. (1974). The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus* P. florida, *P. cornucopiae* and *P. eryngii*. *Revista Mush Sc*, 621-652.

ANEXOS

FOTOGRAFIA 1: Esterilización de los sustratos en el cilindro (baño maría).



Fotografía 2: Inoculación del micelio en el sustrato



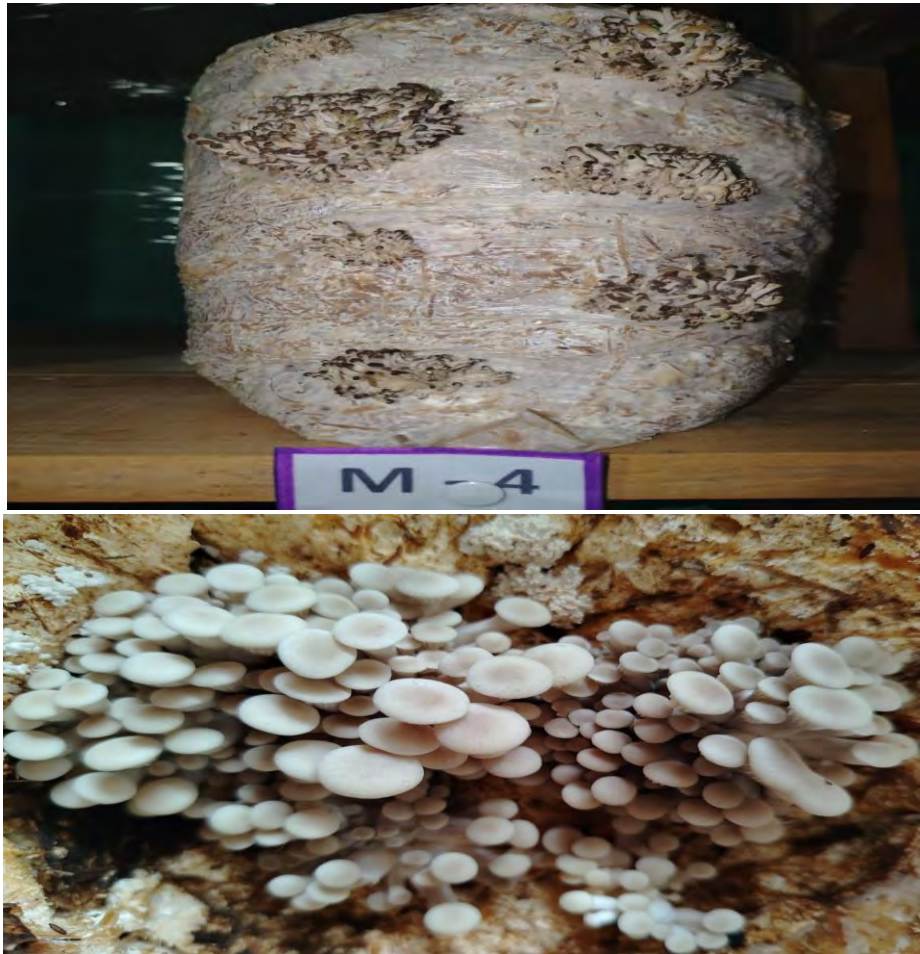
FOTOGRAFIA 3: Crecimiento micelar en las bolsas(panetones) en un 90 %



FOTOGRAFIA 4: Crecimiento micelar de las bolsas(panetones)



FOTOGRAFIA 5: Emergencia de los primeros brotes



FOTOGRAFIA 6: Crecimiento de las setas – orejas para su posterior cosecha





FOTOGRAFIA 7: Cosecha de las setas - orejas



FOTOGRAFIA 8: Evaluación del peso del basidiocarpo del hongo *Pleurotus ostreatus*

