



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROINDUSTRIA

#### INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“USO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE CEBADA, ARVEJA Y EUCALIPTO COMO  
SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGO OSTRA ROSADO (*Pleurotus  
djamor*)”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**Línea de investigación:** Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria

**Autor:** Dayana Patricia Ayala Quishpe

**Director:** Bioq. Valeria Olmedo Galarza MSc.

**Ibarra, junio 2024**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1727590307		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ayala Quishpe Dayana Patricia		
DIRECCIÓN:	Pedro Vicente Maldonado y Vicente Rocafuerte		
EMAIL:	<a href="mailto:dpayalaq@utn.edu.ec">dpayalaq@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	3610855	TELÉFONO MÓVIL:	0984575094

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Uso de residuos orgánicos de cebada, arveja y eucalipto como sustrato para la producción de hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor</i> )
AUTOR (ES):	Ayala Quishpe Dayana Patricia
FECHA: DD/MM/AAAA	26/06/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Valeria Olmedo Galarza

#### 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 26 días del mes de junio de 2024

EL AUTOR:

(Firma).....  
Nombre: Dayana Patricia Ayala Quishpe

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

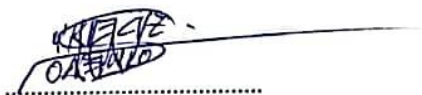
Ibarra, 25 de junio de 2024

Bioq. Valeria Olmedo Galarza MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**CERTIFICA:**

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

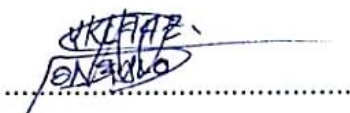


Bioq. Valeria Olmedo Galarza MSc

C.C.: 1714505078

### APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El comité calificado del trabajo de integración curricular “Uso de residuos orgánicos de cebada, arveja y eucalipto como sustrato para la producción de hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor*)” elaborado por Dayana Patricia Ayala Quishpe, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Bioq. Valeria Olmedo Galarza MSc.

C.C.: 1714505078



Ing Jimmy Nuñez MSc.

C.C.: 1756606339

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a Dios, quien, a lo largo de mi vida, y especialmente durante la elaboración de este proyecto, ha sido mi guía. Su infinito amor me ha mostrado una vez más que todo es posible con fe y dedicación.*

*Con profundo amor y gratitud, también dedico este trabajo a mis queridos padres, Esperanza y Patricio, quienes, a lo largo de mi travesía estudiantil, han sido mi mayor apoyo y guía incondicional. Su sacrificio, sabiduría y amor han sido la luz que ha iluminado cada paso de este camino académico.*

*A mis hermanos Rafael, Gisel, Anahí y Patrick, quienes han sido fuente de alegría y han estado a mi lado frente a cada desafío. Con su apoyo moral, me han motivado día a día a superar cualquier obstáculo.*

**Dayana Ayala**

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por brindarme la vida, por darme salud, sabiduría y por demostrarme que, a pesar de todo, siempre ha estado conmigo y que todo es posible si voy de su mano.*

*A mis docentes en general, quienes han sido parte fundamental de mi formación académica y del desarrollo de esta tesis. Su guía experta y apoyo constante han sido indispensables. En especial, quiero expresar mi profunda gratitud a mi directora de tesis, la MSc. Valeria Olmedo, cuya paciencia, dedicación y orientación han sido cruciales para mí. También agradezco enormemente a mi asesor, el MSc. Jimmy Nuñez, por sus valiosos comentarios y perspectivas que han enriquecido este trabajo.*

*A mis padres por ser mi pilar tanto en mi formación académica como personal y por todo el amor y paciencia que me han brindado. A mi padre Patricio por ser mi ejemplo de lucha y superación constante, quien, con su ayuda, su guía y sus palabras de aliento, me han incentivado a ser la persona que soy ahora. A mi madre Esperanza, quien con su ejemplo me ha enseñado a ser una mujer fuerte y que, a pesar de los inconvenientes que nos ponga la vida, con esfuerzo y con la ayuda de Dios, siempre hay una solución para cualquier desafío que la vida nos presente.*

*A mi hermano Rafael, cuyo apoyo y cuidado nunca han faltado, y que a pesar de todo siempre ha estado ahí para mí, brindándome su ayuda incondicional y su apoyo constante. Su presencia ha sido una fuente de fortaleza y confianza en momentos difíciles.*

*A mi prima Gisel, quien ha sido mucho más que una prima: mi mejor amiga y cómplice desde la infancia. Durante mi vida universitaria, ha sido mi apoyo incondicional. Hemos compartido innumerables momentos juntas, llenos de risas, lágrimas e incluso algunos desacuerdos; sin embargo, a pesar de todo, siempre ha estado a mi lado, siendo mi roca y confidente.*

*A mi amiga y compañera de tesis Sofia, quien ha sido una pieza fundamental a lo largo de toda la elaboración de este proyecto. Su valiosa ayuda, tanto en conocimiento como en acción, fue indispensable para la realización de este trabajo. Agradezco profundamente su apoyo constante.*

*A mi familia y a mis amigos en general, por brindarme su apoyo e impulsarme a no darme por vencida. En especial, agradezco a mis abuelitos Gloria y Juan, a mis tíos Cristina, Enrique y María, y a mi prima Belén. Por último, quiero dedicar un sincero agradecimiento a mis amigos, Pamela, Vanessa, Antoni, Carolina, Jocelyn, Daniel, Israel, Marilyn y Erick. Su amistad sincera ha sido un pilar fundamental para mí, compartiendo risas, lágrimas y apoyo incondicional en todo momento.*

**Dayana Ayala**

## RESUMEN

El cultivo de hongos para alimentación utilizando sustratos provenientes de desechos agroindustriales es una forma consciente y sostenible de aprovechar recursos, transformando lo que antes era considerado desperdicio en materia prima útil para la producción de una fuente alimentaria beneficiosa. El presente estudio empleó residuos de cebada, arveja y eucalipto como sustratos para la producción de *Pleurotus djamor*. Con este objetivo, se acondicionó el área de investigación y se estandarizó el sustrato (tamaño de partícula de 2 a 5 cm, pH de 6.5 y humedad del 70%). La formulación de este incluyó paja de cebada como base constante, a la que se añadieron proporciones del 30%, 50% y 70% de cáscara de arveja o viruta de eucalipto. Las variables respuesta fueron el rendimiento y la eficiencia biológica para cada tratamiento, destacando valores de 9.42% y 81.75% respectivamente, para el mejor tratamiento compuesto por 70% de paja de cebada y 30% de cáscara de arveja. Al hongo obtenido en esta mezcla se le analizó el contenido de agua, proteína, cenizas y capacidad antioxidante, junto con la evaluación del contenido de fibra residual de los sustratos. Los resultados revelaron 22.63% de proteína, 11.04% de minerales y 298  $\mu\text{m}$  Trolox/g en capacidad antioxidante. El análisis de fibra, antes y después del cultivo, reveló una reducción en todos los sustratos. Esto muestra una alternativa viable de degradación de los residuos agroindustriales dándoles un fin productivo y rentable.

**Palabras clave:** cultivo de hongos, sustratos agroindustriales, *Pleurotus djamor*, composición nutricional, eficiencia biológica.

## ABSTRACT

The cultivation of mushrooms for food using substrates from agro-industrial waste is a conscious and sustainable way of harnessing resources, transforming what was previously considered waste into useful raw material to produce a beneficial food source. The present study used barley, pea and eucalyptus residues as substrates to produce *Pleurotus djamor*. With this objective, the research area was conditioned, and the substrate was standardized (particle size of 2 to 5 cm, pH of 6.5 and humidity of 70%). The formulation of this included barley straw as a constant base, to which proportions of 30%, 50% and 70% pea husk or eucalyptus shavings were added. The response variables were yield and biological efficiency for each treatment, highlighting values of 9.42% and 81.75% respectively, for the best treatment composed of 70% barley straw and 30% pea husk. The mushroom obtained in this mixture was analyzed for water, protein, ash and antioxidant capacity, along with the evaluation of the residual fiber content of the substrates. The results revealed 22.63% protein, 11.04% minerals, and 298  $\mu\text{m}$  Trolox/g in antioxidant capacity. Fiber analysis, before and after cultivation, revealed a reduction in all substrates. This shows a viable alternative for degrading agro-industrial waste, giving it a productive and profitable purpose.

**Keywords:** mushroom cultivation, agro-industrial substrates, *Pleurotus djamor*, nutritional composition, biological efficiency.



## **LISTA DE SIGLAS**

**DBCA.** Diseño en Bloques Completos al Azar.

**NTE.** Norma Técnica Ecuatoriana.

**INEN.** Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**INIAP.** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

**PEA.** Población Económicamente Activa

**PIB.** Producto Interno Bruto

**MAG.** Ministerio de Agricultura y Ganadería

**UTN.** Universidad Técnica del Norte

**ANOVA.** Análisis de varianza.

**AOAC.** Asociación de químicos analíticos oficiales.

**CRA.** Capacidad de Retención de Agua

**MOS.** Materia Orgánica Seca

**C/N.** Relación carbono nitrógeno

**ABTS.** ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico

**DPPH.** 2,2-difenil-1-picrilhidracilo

**INDICE DE CONTENIDOS**

INTRODUCCION .....	16
Antecedentes .....	16
Planteamiento del Problema .....	17
Justificación .....	19
Objetivos .....	20
Objetivo General .....	20
Objetivos Específicos .....	20
Hipótesis .....	21
Hipótesis nula .....	21
Hipótesis alternativa .....	21
MARCO TEÓRICO.....	22
Sector agroindustrial .....	22
Residuos agroindustriales.....	22
Usos de residuos agroindustriales.....	23
Hongo Ostra Rosa ( <i>Pleurotus djamor</i> ).....	25
Definición .....	25
Características morfológicas.....	25
Taxonomía .....	26
Propiedades nutricionales .....	27
Sustratos .....	28

	11
Paja de cebada .....	28
Viruta de eucalipto.....	28
Cáscara de arveja.....	29
Etapas del cultivo de hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor</i> ) .....	30
Adecuación del sustrato.....	30
Pasteurización.....	30
Inoculación .....	30
Incubación .....	31
Fructificación.....	31
Cosecha.....	32
Condiciones de cultivo.....	32
Relación (C/N).....	32
Temperatura.....	33
Humedad.....	33
pH .....	34
luminosidad .....	34
MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
Materiales.....	35
Métodos.....	36
Localización del área de estudio .....	36
Establecimiento de condiciones favorables para el cultivo del hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor</i> ).....	37

	12
Adecuación del área de estudio .....	37
Obtención de materia prima .....	37
Caracterización de la materia prima .....	38
Estandarización de sustratos .....	38
Formulación.....	39
Evaluación de la producción de <i>Pleurotus djamor</i> .....	41
Fructificación.....	41
Cosecha.....	42
Eficiencia biológica .....	43
Rendimiento.....	44
Contenido de fibra .....	44
Análisis de datos.....	44
Determinación de proteína, capacidad antioxidante, humedad y ceniza del tratamiento con mejor producción.....	45
Proteína.....	45
Capacidad antioxidante.....	45
Humedad.....	45
Ceniza .....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
Caracterización de materia prima.....	47
Estandarización de los residuos.....	50
Eficiencia biológica (EB) .....	52

Determinación de proteína, capacidad antioxidante, humedad y ceniza del tratamiento con mejor producción.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	63
Conclusiones .....	63
Recomendaciones.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Principales partes del hongo <i>Pleurotus djamor</i> .....	26
<b>Figura 2</b> Mapa de ubicación del área de experimentación.....	36
<b>Figura 3</b> Esquema del experimento .....	41
<b>Figura 4</b> Diagrama de flujo de la producción de <i>Pleurotus djamor</i> .....	43
<b>Figura 5</b> Eficiencia biológica (%) del hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor</i> ) por tratamiento .....	53
<b>Figura 6</b> Eficiencia biológica evaluada por sustrato .....	54
<b>Figura 7</b> Eficiencia biológica a distintas proporciones de residuos en la mezcla.....	55
<b>Figura 8</b> Tendencia lineal por polinomios ortogonales para la eficiencia biológica del sustrato según su proporción cáscara de arveja.....	56
<b>Figura 9</b> Tendencia lineal por polinomios ortogonales para la eficiencia biológica del sustrato según su proporción de viruta de eucalipto.....	56
<b>Figura 10</b> Rendimiento de los 7 sustratos utilizados en el cultivo del hongo.....	57
<b>Figura 11</b> Aprovechamiento de fibra por parte del hongo en diferentes residuos.....	60

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Clasificación taxonómica del <i>Pleurotus djamor</i> .....	26
<b>Tabla 2</b> Materiales, equipos, insumos y reactivos para el cultivo, caracterización y análisis de antioxidantes de <i>Pleurotus djamor</i> .....	35
<b>Tabla 3</b> Tratamientos del experimento con su respectiva combinación y concentración de cada residuo vegetal .....	39
<b>Tabla 4</b> Resultados de la caracterización de materia prima .....	47
<b>Tabla 5</b> Estandarización de pH en los diferentes residuos utilizados para el cultivo de <i>Pleurotus djamor</i> .....	50
<b>Tabla 6</b> Estandarización de humedad de cada sustrato .....	51
<b>Tabla 7</b> Análisis nutricional del hongo ostra rosado producido en paja de cebada y cáscara de arveja.....	60

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCION

#### Antecedentes

En cuanto a la siembra de hongos, Gaitán et al. (2006) elaboró un manual útil sobre cómo cultivar setas, en el que se incluyen instrucciones técnicas para comprender las características generales de los hongos, cómo aislar y mantener las cepas, cómo hacer el inóculo, seleccionar los substratos adecuados, sembrar el substrato, realizar la incubación, producir las setas, establecer y mantener una instalación productora, y cómo solucionar los problemas que puedan surgir durante todo el proceso.

Con relación a la utilización de residuos en la producción de hongos Jaramillo (2013) evaluó el uso de residuos provenientes de la cebada, arroz y eucalipto, teniendo como resultado que el tamo de cebada fue más eficiente para la producción, seguido de la viruta de eucalipto. En cascarilla de arroz no se produjeron cuerpos fructíferos ya que la rápida deshidratación impide el desarrollo de micelio.

Tinoco (2022) por su parte, evaluó la desinfección y eficiencia para la producción del hongo ostra Rosado (*Pleurotus djamor*) con lo que pudo determinar que los tipos de pasteurizaciones por vapor e inmersión obtuvieron resultados óptimos para el desarrollo de estas setas y que el uso de rastrojo de maíz como sustrato para el cultivo de *Pleurotus djamor* por sus características químicas es viable al obtener una eficiencia de hasta 48.20%.

Vásquez (2022) también hizo una investigación sobre aprovechamiento residuos lignocelulósicos donde realizó una combinación de cuatro residuos lignocelulósicos (bagazo de caña, totora, tamo de avena y vainas de arveja) en diferentes concentraciones, aquí pudo observar que, con respecto al rendimiento y E.B, los mejores tratamientos fueron los T1 (totora



+ tamo de avena; 30%-70%), T2 (totora + tamo de avena; 50%-50%), T3 (totora + tamo de avena; 70%-30%), T4 (totora + bagazo de caña; 30%-70%) y T5 (totora + bagazo de caña; 50%-50%) con medias que van desde los 589.67 g a los 684 g y del 90% al 105.01%, respectivamente. Los tratamientos T6 (totora + bagazo de caña; 70%-30%) y T8 (totora + vainas de arveja; 50%-50%) alcanzaron resultados aceptables para una producción comercial con una media de 512 g y 525 g (Rendimiento) y 77.60% y 72.86% (E.B); mientras que, los demás tratamientos no rindieron adecuadamente.

En cuanto a actividad antioxidante Fajardo & Gómez (2021) realizaron una investigación enfocada en evaluar el potencial antioxidante en hongos comestibles del género *Pleurotus*. En este trabajo estudiaron las especies *P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii* cultivadas en la Sierra ecuatoriana. Cada especie fue sometida a un proceso de secado, triturado y extracción por maceración utilizando etanol al 97%. Los extractos se evaluaron mediante el método DPPH (2,2- difenilpicrilhidrazil) a 765 nm. Siendo la especie *P. djamor* la que presentó mejores resultados con un equivalente de 12,22 mg/ml, expresado como ácido gálico.

Los estudios confirmaron que los hongos ostra pueden crecer y desarrollarse utilizando diversas fuentes orgánicas, y que sus propiedades pueden variar según la fuente utilizada. Sin embargo, la literatura acerca de la producción del Hongo ostra Rosado (*Pleurotus djamor*) específicamente es limitada.

### **Planteamiento del Problema**

La gestión adecuada de los residuos, especialmente los de origen orgánico producidos por la actividad agroindustrial, es uno de los mayores desafíos que enfrentan las sociedades hoy en día (Cuestas et al., 2022). El manejo incorrecto o poco adecuado de los residuos ocasiona contaminación ambiental, lo que representa un serio inconveniente, especialmente en

países en desarrollo como los de América Latina (Vargas & Pérez, 2018). La quema de residuos agrícolas y el depósito en espacios a cielo abierto son un ejemplo claro de las prácticas más comunes para su eliminación (Aguilar et al., 2022).

De acuerdo con Aguilar et al., (2022) en Ecuador se generan aproximadamente 2,2 millones de toneladas de residuos agroindustriales al año, siendo la mayoría de ellos compuestos por lignocelulosa, como los residuos de cebada (paja, rastrojo), arveja (cáscara, hojas, tallos) y eucalipto (hojas, cortezas, aserrín, viruta). A pesar de los esfuerzos por mejorar la gestión de residuos, aún existen desafíos que dificultan su manejo adecuado y sostenible (Solíz et al., 2020)

Según Vásquez (2022), un problema relevante en ciertos mercados de la provincia de Imbabura radica en las vainas de las arvejas; se estima que aproximadamente el 15% del peso total de las arvejas corresponde a vainas que no reciben un tratamiento adecuado. Además, la cebada, con una producción anual de aproximadamente 805 toneladas métricas (MAG, 2022), también genera una cantidad considerable de residuos agrícolas, siendo la paja el componente principal que representa alrededor del 70% del total generado en su cosecha, tal como se ha reportado en estudios realizados por Caluguillin (2023), Delgado & González (2017).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2022), en términos de producción forestal, la provincia cuenta con 182.411 hectáreas aptas, de las cuales el 30,22% se considera adecuado para el establecimiento de plantaciones forestales con fines comerciales. En este contexto, el eucalipto sobresale con un destacado índice de aprovechamiento del 63.08% (Tituaña & Nicolalde, 2019). De acuerdo con Gualpa et al. (2018) mencionan que el eucalipto tiene el potencial de generar entre un 20% y un 30% de residuos, que según Fregoso et al. (2017) generalmente no tiene una aplicación o comercialización importante.

Estos datos evidencian la necesidad de abordar de manera adecuada la gestión de residuos en la producción de arveja, cebada y eucalipto, tanto para minimizar el impacto ambiental como para aprovechar de manera beneficiosa los mismos. Una de las opciones viables para la reducción de residuos orgánicos es la fungicultura, que implica el cultivo de hongos en desechos agroindustriales (Kumla et al., 2020). Esta práctica no solo conlleva beneficios económicos, sino que también ofrece ventajas ecológicas, ya que los hongos se desarrollan en este tipo de sustratos (Alemu et al., 2022).

### **Justificación**

Por medio de la investigación se pretende encontrar una alternativa para manejar de forma viable los residuos lignocelulósicos obtenidos de la producción agrícola y forestal en la provincia de Imbabura. Teniendo como alternativa su utilización en forma de materia prima para la producción del hongo ostra *Pleurotus djamor*, proceso que se llevaría a cabo de manera sostenible, puesto que éstos tienen como característica la degradación y transformación de residuos orgánicos en subproductos útiles, evitando así su disposición final en el medio ambiente (Alananbeh et al., 2014).

La selección de paja de cebada, vainas de arveja y viruta de eucalipto como sustrato busca establecer un referente en el reciclaje de residuos agrícolas y forestales generados en la provincia de Imbabura. En el año 2021, la provincia contribuyó con aproximadamente el 5,48% de la producción anual de cebada a nivel nacional. Así mismo, en ese mismo año, la producción de arveja alcanzó las 2883 toneladas, lo que representa alrededor del 16.71% (MAG, 2022). Por su parte el eucalipto representa el 63.08% en cuanto a aprovechamiento de plantaciones con fines comerciales en la provincia (Tituaña & Nicolalde, 2019). Estos residuos constituyen materias primas que contienen altos niveles de fuentes de carbono, como la lignina, celulosa y

hemicelulosa, con valores ideales para el cultivo del hongo ostra (González, 2010; Naidu et al., 2018).

Adicionalmente, se pretende entender cómo el sustrato utilizado afecta el rendimiento y la composición nutricional de los hongos cultivados. Para lograrlo, se llevará a cabo la caracterización de la materia prima y posteriormente la evaluación de la producción y el análisis fisicoquímico del producto final. De esta manera, se busca identificar los factores clave que influyen en la producción de los hongos *Pleurotus djamor* y de esta manera producir eficientemente hongos con características nutricionales adecuadas para cubrir las necesidades dietéticas de la población.

Según lo manifestado por Díaz et al. (2019) es importante destacar que la utilización de residuos lignocelulósicos como alternativa productiva representa una opción respetuosa con el medio ambiente. La producción de hongos comestibles a partir de estos residuos permite obtener un alimento rico en proteínas y saludable (Bermúdez-Savón et al., 2013).

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Utilizar residuos orgánicos de cebada, arveja y eucalipto como sustrato para la producción de hongos ostra rosado (*Pleurotus djamor*)

### **Objetivos Específicos**

- Establecer condiciones favorables para el cultivo del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor*).
- Evaluar la producción de hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor*).
- Determinar la cantidad de proteína, capacidad antioxidante, humedad y ceniza para el tratamiento con mejor producción.

**Hipótesis****Hipótesis nula**

El tipo de sustrato residual no afecta la productividad, cantidad de proteína y capacidad antioxidante del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor*).

**Hipótesis alternativa**

El tipo de sustrato residual afecta la productividad, cantidad de proteína y capacidad antioxidante del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor*).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **Sector agroindustrial**

La agroindustria, como actividad manufacturera, transforma y conserva materias primas de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, utilizando desde métodos tradicionales como el secado al sol hasta técnicas modernas con alta inversión de capital (Naranjo, 2013). Esta industria es una de las principales fuentes de ingresos no petroleros en Ecuador, contribuyendo significativamente al crecimiento económico del país. Representa más de un cuarto del PIB a través de exportaciones e importaciones y genera empleo para aproximadamente un tercio de la Población Económicamente Activa (PEA) (Baquero et al., 2010). A través de la agroindustria, se añade valor a las materias primas mediante la creación de productos procesados. Sin embargo, esta actividad también genera residuos específicos que pueden ser tratados o reutilizados en otras cadenas productivas (Vargas et al., 2018).

#### **Residuos agroindustriales**

Los residuos agroindustriales son subproductos generados como resultado de las actividades agrícolas y forestales, así como de los procesos de transformación de los productos agrícolas. Este tipo de residuos se pueden encontrar en forma líquida, gaseosa o mayoritariamente sólida (Cury R et al., 2017). En concreto, los residuos sólidos están constituidos por compuestos lignocelulósicos que presentan difícil degradación (Agapito, 2021). Sin embargo, por sus propiedades fisicoquímicas, tienen la capacidad de ser introducidos como materia prima en una nueva cadena productiva para la elaboración de otros productos con valor económico (Saval, 2012).

Es importante destacar que estos residuos se generan como subproductos de la actividad principal, y su gestión adecuada es fundamental para prevenir impactos negativos en el medio ambiente y promover la sostenibilidad en el sector agroindustrial (Vargas et al., 2018).

### **Usos de residuos agroindustriales**

El aprovechamiento de residuos agroindustriales es fundamental para promover la sostenibilidad, reducir el impacto ambiental y fomentar la economía circular en el sector agrícola y agroindustrial. Mediante diversas prácticas y procesos, estos residuos pueden ser utilizados de manera beneficiosa en diferentes áreas (Romero-Sáez, 2022). Algunos de los principales usos de los residuos agroindustriales son:

**Obtención de energía.** Los residuos agroindustriales, como el bagazo de la caña de azúcar, los restos de cultivos y la biomasa lignocelulósica, pueden ser utilizados como fuentes de energía renovable (Vargas et al., 2018). A través de procesos como la generación de biogás y biocombustibles, se obtiene electricidad, calor y combustibles limpios. Sin embargo, estos métodos tienen desventajas: menores rendimientos energéticos y mayores costes de producción en comparación con los combustibles fósiles, además de la baja densidad energética de la biomasa, que requiere más materia prima y acondicionamiento para su uso (De Lucas et al., 2012).

**Producción de fertilizantes orgánicos.** Los residuos agroindustriales ricos en nutrientes se someten a procesos de compostaje o fermentación, transformándose en materiales enriquecidos con nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio (Hernández-Cázares et al., 2016) A través del proceso de descomposición aeróbica, los residuos se desintegran en el suelo y se convierten en nutrientes, lo que resulta en una mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo. Esto asegura que se cumpla el ciclo de la cadena de producción y se promueva un ambiente propicio para el crecimiento de las plantas (Vargas-

Pineda et al., 2019). No obstante, el proceso de compostaje puede ser lento y requerir una gestión cuidadosa para evitar la liberación de gases de efecto invernadero (Negro et al., 2000).

**Alimentación animal.** Varios residuos agroindustriales pueden ser utilizados como alimento para animales. Por ejemplo, los subproductos de la industria láctea y cárnica, así como el salvado de arroz, las cáscaras de frutas y verduras, y los subproductos de la producción de aceites vegetales, pueden ser procesados y formar parte de la dieta animal (Aguar et al., 2022; Godoy Padilla et al., 2020). Aunque este uso reduce la dependencia de alimentos convencionales, es necesario garantizar que los residuos no contengan contaminantes que puedan afectar la salud animal (Chasing, 2024).

**Industria de alimentos.** En la industria alimentaria, los residuos agroindustriales pueden ser utilizados como materia prima para producir ingredientes, aditivos y suplementos. Por ejemplo, las cáscaras y pulpas de frutas pueden ser procesadas para obtener ingredientes y aditivos alimentarios. Este enfoque puede enfrentar desafíos relacionados con la seguridad alimentaria y la aceptación del consumidor (Bonilla et al., 2023; Salazar-López et al., 2023).

**Materiales biodegradables y productos bioplásticos.** Residuos agroindustriales como la celulosa y las fibras vegetales pueden ser utilizados en la producción de materiales biodegradables y bioplásticos, ofreciendo alternativas más sostenibles a los plásticos convencionales. La producción de bioplásticos, sin embargo, puede competir con el uso de cultivos alimentarios y requiere tecnologías avanzadas (Riera et al., 2018; Salcedo et al., 2024).

**Producción de hongos.** La producción de hongos es una forma especialmente beneficiosa de aprovechar los residuos agroindustriales (Cuestas et al., 2023). Los hongos degradan y utilizan la materia orgánica presente en los residuos como fuente de nutrientes, permitiendo la valorización de estos residuos y la producción de alimentos, medicamentos y otros productos (Piñeros-Castro, 2014). En particular, la producción del hongo *Pleurotus*



presenta varias ventajas: es de bajo costo y simplicidad, requiriendo infraestructuras simples; ofrece un rápido retorno de inversión debido a sus ciclos de crecimiento cortos; y tiene un mínimo impacto ambiental, sin generar residuos adicionales ni usar químicos perjudiciales. Este hongo convierte los residuos, que suelen ser un problema de eliminación, en tres salidas principales: crea abono útil a partir de residuos lignocelulósicos, produce un producto de alto valor nutricional a partir del compost, y los abonos compuestos después de la producción de hongos se utilizan como alimento para animales o fertilizante. Esto proporciona un alto valor agregado y lo hace útil en la alimentación, medicina y biotecnología (Ceyhun, 2020; France et al., 2000; Rosales-López, 2019).

### **Hongo Ostra Rosa (*Pleurotus djamor*)**

#### **Definición**

El *Pleurotus djamor*, conocido como seta rosa, seta salmón o seta del amor, se distingue por su color rosado. Es un hongo saprobio que prospera en climas tropicales con temperaturas óptimas de 22 a 30 °C (Salmones, 2017). Produce enzimas ligninocelulíticas, lo que le permite crecer en una amplia variedad de materiales agrícolas y forestales. Además, es comestible y medicinal, con compuestos bioactivos como polisacáridos, que poseen actividades antioxidantes, antitumorales y de ajuste inmune (Li et al., 2019).

#### **Características morfológicas**

El *Pleurotus djamor* presenta un cuerpo fructífero compuesto por estípites, píleo e himenóforo. El estípite, de 8 a 38 milímetros de largo y 2.5 a 4 milímetros de grosor, es blanco, sólido, coriáceo, y tiende a ser lateral. El píleo, de 30 a 100 milímetros de diámetro y 3 a 8 milímetros de grosor, es flabeliforme y de color blanco con tonos amarillentos, grisáceos o rosados, convexo al inicio y casi plano al madurar, con una superficie lisa a finamente

tomentosa y márgenes enteros, ondulados o lobulados. El himenóforo está formado por láminas decurrentes, delgadas y blancas o rosadas. Las esporas, cilíndricas y lisas, miden de 7.2 a 9.6 micrómetros de longitud y de 3 a 2.4 micrómetros de ancho, con un sistema hifal dimítico. La estructura interna es blanco o rosa pálido, de textura subcoriácea a coriácea, con un olor y sabor agradables (Carona, 2021; Huerta et al., 2009).

**Figura 1**

*Principales partes del hongo Pleurotus djamor*



Fuente: Elaboración propia.

### **Taxonomía**

De acuerdo con Narváez, 2023 y Ramos, 2018, la taxonomía de *Pleurotus djamor* se detalla a continuación:

### **Tabla**

**1**

*Clasificación taxonómica del Pleurotus djamor*

<b>Reino:</b>	Fungi
<b>División:</b>	Basidiomycota
<b>Clase:</b>	Agaricomycetes
<b>Orden:</b>	Agaricales
<b>Familia:</b>	Pleurotaceae

<b>Género:</b>	<i>Pleurotus</i>
<b>Especie:</b>	<i>Pleurotus djamor</i>

---

### **Propiedades nutricionales**

La composición nutricional de *Pleurotus djamor* varía según la especie del hongo, el tipo de residuo sólido lignocelulósico utilizado y el método de cultivo (Nieto et al., 2019). Sus esporomas son notables por ser ricos en carbohidratos, que oscilan entre 32.7 y 48.3 gramos por cada 100 gramos en base seca, y por ser una fuente significativa de proteínas crudas, con un rango de 20.7 a 28 gramos, además de contener cantidades recomendables de fibra cruda y cenizas. Presentan una baja concentración de grasas, variando entre 0.11 y 2.09 gramos, mientras que su contenido de humedad es alto, entre 79.5% y 90% (Salmones, 2017).

Las proteínas son de alta calidad, incluyendo aminoácidos esenciales como valina, isoleucina y fenilalanina, así como aminoácidos no esenciales como prolina, glutamato y aspartato. Además, este hongo es rico en vitaminas del complejo B (B1, B2) y vitamina D, y en minerales esenciales como potasio (K), fósforo (P), magnesio (Mg), calcio (Ca), sodio (Na), zinc (Zn) e hierro (Fe), destacándose especialmente en potasio y fósforo (Aparajita et al., 2015; Salmones, 2017).

*Pleurotus djamor* es un hongo ostra importante, reconocido por su alto valor nutricional y sus diversas propiedades terapéuticas. Considerado una valiosa fuente de nutrientes, aporta una diversidad de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales beneficiosos para la dieta humana. Análisis micoquímicos preliminares han detectado la presencia destacada de componentes bioactivos como licopeno, fenoles, ácido ascórbico, flavonoides y  $\beta$ -caroteno, identificándose su perfil fenólico mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con al menos nueve componentes fenólicos en el extracto. Estudios de actividad antioxidante han demostrado su capacidad de barrido radical DPPH, con un valor EC50 de 0.653 mg/ml, y

una capacidad antioxidante total de 16.67  $\mu\text{g}$  AAE/mg de extracto (Acharya et al., 2017; Rampinelli et al., 2010).

## **Sustratos**

Es el medio orgánico donde se siembra el inóculo, el cual se desarrolla hasta formar cuerpos fructíferos. *Pleurotus* tiene la capacidad de crecer en una amplia variedad de residuos vegetales, como, por ejemplo, tamo o paja de trigo, arroz o cebada; cáscaras y paja de fréjol, arveja o haba; pasto, aserrín de madera, entre otros (Pineda et al., 2016).

### **Paja de cebada**

La paja de cebada, formada principalmente por la parte seca y fibrosa del tallo de la planta, es un residuo ampliamente utilizado en Ecuador para la alimentación animal (Lema-Aguirre et al., 2016). Posee un alto contenido de celulosa y lignina, además de un bajo contenido de fósforo, lo que la convierte en un sustrato ideal para el cultivo de hongos saprofitos como *Pleurotus djamor* (Patiño, 2020; Salmones et al., 1997).

Antes de su uso, generalmente se somete a un proceso de preparación que incluye remojo, lavado y esterilización o pasteurización para mejorar las condiciones del sustrato. Este proceso elimina microorganismos competidores y prepara la paja para la colonización por parte del micelio del hongo, facilitando así su crecimiento y desarrollo (Padilla, 2023; Silva et al., 2010).

### **Viruta de eucalipto**

La viruta de eucalipto, obtenida de la parte sólida y fibrosa del tronco tras su procesamiento, es ampliamente utilizada en el cultivo de hongos debido a su disponibilidad y bajo costo (Rojas, 2020). Este sustrato, compuesto principalmente por celulosa y lignina, es altamente propicio para los hongos saprofitos, que pueden descomponer eficientemente estos

componentes vegetales para obtener nutrientes (Carbajo, 2015). La estructura porosa de la viruta de eucalipto promueve una adecuada aireación en el sustrato, esencial para el crecimiento del micelio al asegurar un suministro óptimo de oxígeno a las raíces del hongo. Además, a pesar de su porosidad, la viruta de eucalipto retiene suficiente agua para mantener una humedad adecuada, favoreciendo así el desarrollo fúngico (Padilla, 2023).

La viruta de eucalipto se puede esterilizar fácilmente mediante técnicas como la pasteurización o la esterilización al vapor, lo cual es beneficioso para eliminar microorganismos competidores y preparar el sustrato para el crecimiento del micelio del hongo deseado (Gaitán-Hernández et al., 2006). Por su disponibilidad como subproducto y su bajo costo, la viruta de eucalipto representa una opción económica y viable en el cultivo de hongos, en comparación con otros sustratos comerciales (López, 2020).

### **Cáscara de arveja**

La cáscara de arveja es una opción económica y sostenible para el cultivo de hongos, disponible en grandes cantidades como subproducto de la producción de arvejas. Favorece la adecuada aireación y retención de agua, y su riqueza en nitrógeno es beneficiosa para el crecimiento del micelio (Gavidia et al., 2016; Quintana et al., 2022).

En cuanto de composición estructural, la cáscara de arveja contiene celulosa y lignina que los hongos saprofitos como *Pleurotus djamor* descomponen eficientemente para obtener nutrientes. Aunque su concentración de nutrientes es menor que la de otros sustratos, su baja competencia microbiana y fácil esterilización mediante cocción o pasteurización la convierten en un sustrato ideal. Además, su uso reduce el desperdicio de alimentos y aprovecha un subproducto agrícola, siendo una opción ecológica y sostenible (Gavidia et al., 2016; Ramos, 2017).

## **Etapas del cultivo de hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor*)**

### **Adecuación del sustrato**

La calidad del sustrato juega un papel crucial en la maximización de la productividad. Se aconseja utilizar material recién cosechado, que no haya estado expuesto a la lluvia, la humedad, impurezas ni hierbas no deseadas. Además, es fundamental picar o moler el material a una longitud de 15 a 20 cm para facilitar su manejo y abrir las fibras vegetales, permitiendo así una mejor penetración de las enzimas producidas por los hongos, así como también facilitar la circulación del agua y del aire (Flores et al., 2017; Martínez, 2017; Pineda et al., 2016).

### **Pasteurización**

Este proceso térmico tiene como objetivo eliminar microorganismos competidores por espacio y nutrientes con los hongos. Puede llevarse a cabo de dos maneras: mediante vapor o por inmersión. En el método con vapor, el sustrato se coloca en un recipiente cerrado, como un recipiente metálico, y se expone al vapor generado por una caldera. Se recomienda mantener una temperatura de entre 70 °C y 80 °C durante 2 a 4 horas para garantizar la efectividad. En el método de inmersión, el sustrato se sumerge en agua a 80 °C dentro de un tanque y se mantiene sumergido durante una hora. Se recomienda tener un termómetro confiable y contar con una fuente de calor ajustable para mantener la temperatura constante durante el proceso (Gaitán-Hernández et al., 2006; Silva et al., 2010).

### **Inoculación**

Para la siembra del hongo, se requiere preparar un área cerrada y limpia con una superficie fácil de lavar y desinfectar. Es ideal utilizar bolsas plásticas nuevas y transparentes debido a su simplicidad y bajo requerimiento de material, lo que facilita su adaptación a las condiciones específicas de cultivo. Una vez que la muestra se enfría (20 a 30 °C), se procede a

la inoculación primaria fúngica utilizando semilla previamente inoculada. Durante este proceso, se intercalan manualmente capas alternas de sustrato y semilla en las bolsas, asegurándose de lograr una mezcla uniforme y cubrir completamente el sustrato con semilla. Es fundamental que el contenido de humedad del sustrato esté entre 70% y 80% antes de la siembra (Filippi et al., 2019; Gaitán-Hernández et al., 2006; Silva et al., 2010).

### **Incubación**

Durante el proceso de incubación, las bolsas cerradas se colocan en estantes dentro de un cuarto limpio, preferiblemente oscuro, donde la temperatura ambiental se mantiene entre 25 °C y 28 °C. En el caso de cultivos en bolsas plásticas, la humedad ambiental no tiene tanta relevancia, ya que la bolsa retiene la humedad necesaria. Durante esta fase inicial, la ventilación puede ser mínima debido a que la mayoría de los hongos comestibles toleran altas concentraciones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, es crucial perforar las bolsas al segundo o tercer día después de la siembra para permitir una adecuada aireación del sustrato y salida de exceso de humedad (Gaitán-Hernández et al., 2006; Silva et al., 2010).

### **Fructificación**

Durante la fase de inducción de los sombreros, también conocidos como carpóforos o basidiocarpos, se aplican estímulos al hongo que incluyen cambios bruscos de luz, temperatura y aireación. Se recomienda mantener una temperatura entre 18 y 25 °C y asegurar bajos niveles de CO<sub>2</sub> mediante ventilación con aire externo filtrado. Inicialmente, se emplea un fotoperíodo de 10 horas de luz y 14 horas de oscuridad, aumentándolo a 12 horas una vez que aparecen los primeros primordios. Es esencial evitar la exposición directa al sol para proteger el desarrollo de los carpóforos. El área de producción debe ser fácil de limpiar, con paredes lavables y estanterías que permitan colgar las bolsas durante todo el período de fructificación,

proporcionando así un ambiente propicio para el crecimiento óptimo de los hongos (France et al., 2000; Gaitán-Hernández et al., 2006; Silva et al., 2010).

### **Cosecha**

La recolección se lleva a cabo de manera manual cuando el sombrero del hongo está compacto y firme, antes de que sus bordes comiencen a enrollarse hacia arriba. Se puede realizar de forma individual utilizando un estilete o en grupos, tomando la base de la colonia con movimientos de arriba hacia abajo para separarla del sustrato (Narváez, 2023).

### **Condiciones de cultivo**

#### **Relación (C/N)**

El Carbono (C) y el Nitrógeno (N) son indicadores importantes de la calidad de la materia orgánica del suelo debido a su capacidad de mejorar su estructura, la disponibilidad de nutrientes, la retención de agua (Di Gerónimo et al., 2018). De manera específica, el carbono presente en el suelo forma parte integral del ciclo global de este elemento, en contraste, la productividad se ve principalmente condicionada por la disponibilidad de nitrógeno, el cual actúa como un macronutriente crucial que regula el crecimiento de la vegetación (Cerón et al., 2012; Yuan et al., 2012).

La relación C/N es un indicador clave para evaluar la calidad de la MOS, reflejando la velocidad de liberación de nitrógeno para las plantas. Relaciones altas indican una descomposición lenta, donde el nitrógeno está inmovilizado por microorganismos y no está disponible para las plantas. Relaciones entre 10 y 14 sugieren una mineralización rápida, generando suficiente nitrógeno para microorganismos y plantas (Cantú et al., 2022).



## **Temperatura**

En cuanto a las temperaturas ideales para el cultivo de *Pleurotus djamor*, se recomienda mantener el sustrato entre 18-25 °C durante la fase de incubación y 15-20 °C durante la fructificación (cuando las setas comienzan a crecer). Sin embargo, esta especie puede tolerar temperaturas ligeramente más altas o bajas (Villar, 2021).

Es importante monitorear la temperatura y mantenerla constante para evitar cambios bruscos que puedan afectar el crecimiento de las setas. También se deben evitar temperaturas extremas, como las superiores a 30 °C, ya que pueden ser perjudiciales para el desarrollo y la salud del cultivo (Silva et al., 2010).

## **Humedad**

El hongo *Pleurotus djamor* necesita un ambiente con alta humedad para su óptimo crecimiento y desarrollo. La humedad ideal para el cultivo de este hongo es del 80-90% (Tinoco, 2022). Para mantener la humedad adecuada en el entorno de cultivo, existen diversas técnicas y dispositivos de control que se pueden utilizar, como el empleo de una cámara de cultivo o una habitación cerrada. Es esencial mantener el sustrato siempre humedecido a lo largo del proceso de cultivo. Se debe procurar que el sustrato esté húmedo, pero no empapado, evitando que se seque en exceso, ya que esto podría afectar negativamente el desarrollo del hongo (Silva et al., 2010).

Una manera efectiva de mantener el sustrato con la humedad necesaria es rociándolo periódicamente con agua mediante un atomizador o un rociador. También se puede establecer un sistema de riego automatizado para regular la humedad de forma más precisa. Es de vital importancia mantener una buena circulación de aire dentro del área de cultivo. Esto ayuda a prevenir la aparición de hongos competidores y asegura que la humedad no se acumule sobre

las setas, lo que podría generar problemas para su desarrollo (Gaitán-Hernández et al., 2006; Silva et al., 2010).

### **pH**

Para un cultivo exitoso de *Pleurotus djamor*, es recomendable mantener un rango de pH levemente ácido a neutro, generalmente entre 6.0 y 7.5 (Chávez, 2017). Este rango de pH resulta óptimo para favorecer el crecimiento del micelio y la fructificación del hongo. Si el pH del medio de cultivo es demasiado bajo (ácido), puede inhibir el crecimiento del hongo. Por otro lado, si es demasiado alto (alcalino), también puede afectar negativamente el desarrollo del hongo (Batz, 2010; Bellettini et al., 2019).

El pH del sustrato se puede ajustar utilizando aditivos como carbonato de calcio (cal agrícola) o ácido cítrico, dependiendo de si se necesita aumentar o disminuir el pH. Mantener el pH dentro del rango adecuado, junto con otros factores ambientales, es fundamental para promover un cultivo exitoso (Bellettini et al., 2019; Silva et al., 2010).

### **luminosidad**

Al ser un hongo saprofito, lo que implica que se alimenta de materia orgánica en descomposición. En cuanto a sus necesidades de luz, prefiere condiciones de luminosidad tenue o semioscuras para alcanzar su óptimo crecimiento y desarrollo (Silva et al., 2010). El cultivo de *Pleurotus djamor* de realizarse en áreas con luz indirecta o con iluminación tenue. Estas condiciones pueden lograrse en un ambiente cubierto o bajo una sombra parcial. La luz indirecta proporciona la cantidad adecuada de energía para el crecimiento del hongo sin causar daño o estrés a las colonias en desarrollo (Salas, 2019).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Materiales

En la tabla 2 se indican los materiales, insumos y reactivos que fueron usados en la presente investigación.

**Tabla 2**

*Materiales, equipos, insumos y reactivos para el cultivo, caracterización y análisis de antioxidantes de Pleurotus djamor*

Materiales	Equipos	Insumos
Tijera jardinera	Higrómetro	Semilla micelial de <i>Pleurotus djamor</i>
Fundas plásticas de polipropileno de alta densidad de 1kg	Balanza digital	Paja de cebada
Cuerda	Balanza analítica	Viruta de eucalipto
Bandejas de plástico	Estufa	Vaina de arveja
Etiquetas	Mufla	Cal*
Marcador	Potenciómetro	
Bomba de riego (microaspersión)		
Guantes quirúrgicos		
Cofias		

Cubre bocas

Mortero y pistón de porcelana

Papel filtro

Matraces aforados de 10ml

Crisol de porcelana

(\*) insumos opcionales

## Métodos

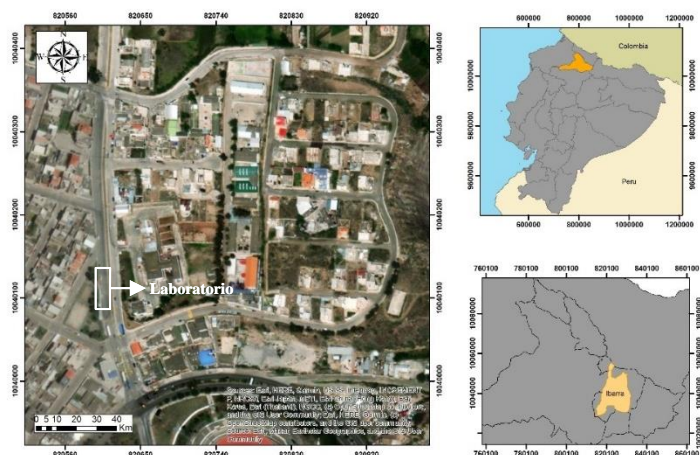
### Localización del área de estudio

La presente investigación se la llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología de la Carrera de Agroindustria ubicado en el campus Colegio Universitario “UTN” perteneciente a la Universidad Técnica del Norte (Fig 1).

### Figura

2

*Mapa de ubicación del área de experimentación*



## **Establecimiento de condiciones favorables para el cultivo del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor*)**

### **Adecuación del área de estudio**

Se realizó la adaptación al laboratorio, con el propósito de prevenir la contaminación y la dispersión de esporas. Se acondicionó una sección del laboratorio construyendo unas separaciones plásticas de alrededor de 4 m<sup>2</sup> (Anexo 1), generando así un entorno propicio para el crecimiento de hongos.

Las unidades experimentales fueron colocadas en dos estanterías de melamina blanca de 1.2 metros de largo, 0.35 metros de ancho y 2.2 metros de alto. Cada estantería estaba compuesta por tres repisas con una separación de 0.45 metros entre ellas. Para la etapa de incubación cada estantería fue cubierta por cortinas de plástico negro con el fin de generar obscuridad, misma que en esta etapa se requiere y en la etapa de fructificación dicha cortinas fueron retiradas (Anexo 2). El control de temperatura y humedad se realizó a través de la instalación de un termohigrómetro de pared (HTC -2) y un calefactor (Carrefour 1200W).

### **Obtención de materia prima**

La semilla micelial de *Pleurotus djamor* fue adquirida en “Intiwasi” una granja orgánica dedicada a la producción y comercialización de hongos comestibles ubicado en Tumbaco-Pichincha (Anexo 3).

Se recolectaron tres tipos de materias prima: cáscara de arveja, paja de cebada y viruta de eucalipto. Estas fueron seleccionadas debido a su disponibilidad y a su contenido de lignina, hemicelulosa y celulosa (González, 2010; Naidu et al., 2018). La paja de cebada fue obtenida de la parroquia La Esperanza, las cáscaras de arveja en el mercado “Mayorista”, “Amazonas” y “Santo Domingo” y la viruta de eucalipto en un aserradero localizado en el cantón Otavalo.

Para conservar los subproductos en condiciones adecuadas hasta su uso y facilitar sus posteriores análisis, los mismos fueron escogidos y, posteriormente, se sometieron a un proceso de secado al ser expuestos directamente a la luz solar hasta alcanzar un estado físico de sequedad evidente, lo cual se determinaba cuando, al aplicar presión manual, se transformaban en serrín (López et al., 2008) .

### **Caracterización de la materia prima**

Se realizaron análisis fisicoquímicos a los residuos. Se midió el pH a través de un potenciómetro (Milwaukee MI805) mediante la NTE INEN 0389 (Anexo 4), se determinó el contenido de nitrógeno mediante el método Kjeldahl, se evaluó la fibra siguiendo el método Weende y se midió la humedad mediante el método AOAC 925.10 de secado por estufa (Memmert 20110).

### **Estandarización de sustratos**

Basándose en los resultados de la caracterización de la materia prima, se realizaron ajustes en los niveles de humedad y pH de los residuos, logrando alcanzar una humedad del 70% y un pH de 6.5. La adecuación de la materia prima se llevó a cabo en 3 fases; acondicionamiento de la materia prima, pasteurización y escurrido.

### **Acondicionamiento de materia prima**

Se inicio preparando el sustrato para el cultivo de hongos ostra. En este caso la paja de cebada, cáscara de arveja y viruta de eucalipto. De acuerdo con los parámetros que menciona Aguinaga, (2012) la paja de cebada fue cortada en trozos de entre 5 a 10 cm. Además, la cáscara de arveja y la viruta se cortó en trozos de tamaño comprendido entre 2 y 5 cm, según lo indicado por Díaz et al. (2019) y López (2020)

### **Pasteurización**

Se realizó un proceso de pasteurización por inmersión a una temperatura de 90 °C en un tiempo de 45 min (Gaitán et al., 2009) (Anexo 5).

### **Ecurrido**

Después de completar el proceso de pasteurización, los residuos fueron dispersos sobre una mesa de acero inoxidable para escurrirlos y simultáneamente enfriarlos. La humedad fue medida después de 24 horas utilizando un sensor (Atenea S23), y se incorporó la cantidad necesaria de agua para lograr un contenido del 70% (Anexo 6).

En esta etapa, también se ajustó el pH mediante la adición de cal, determinando la cantidad exacta a través de una serie de pruebas que evaluaron la variación del pH con diferentes porcentajes de cal añadida.

### **Formulación**

La preparación del sustrato se realizó teniendo en cuenta dos factores: el tipo de residuo y la proporción entre los distintos tipos de residuos. Se utilizaron tres tipos de residuo; i) paja de cebada, ii) cáscara de arveja y iii) viruta de eucalipto. En cuanto a las proporciones, se manejaron tres relaciones: 70:30, 50:50 y 30:70. La combinación de estos dos factores permitió evaluar un total de seis tratamientos, que se compararon en condiciones idénticas con un control compuesto únicamente por paja de cebada, con un arreglo factorial  $A \times B + 1$  (Tabla 3):

**Tabla 3**

*Tratamientos del experimento con su respectiva combinación y concentración de cada residuo vegetal*

<b>Tratamiento</b>	<b>Codificación</b>	<b>Formulación</b>
1	PA1	Paja de cebada 30%, cáscara de arveja 70%
2	PA2	Paja de cebada 50%, cáscara de arveja 50%

3	PA3	Paja de cebada 70%, cáscara de arveja 30%
4	PV1	Paja de cebada 30%, viruta de eucalipto 70%
5	PV2	Paja de cebada 50%, viruta de eucalipto 50%
6	PV3	Paja de cebada 70%, viruta de eucalipto 30%
7	Testigo (C)	Paja de cebada 100%

---

### **Inoculación**

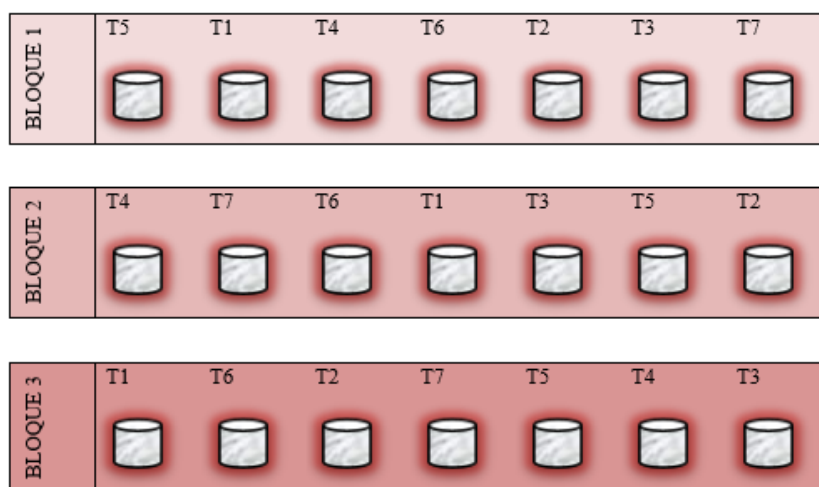
Los sustratos fueron inoculados con relación a su peso con 10% de semilla micelial de *Pleurotus djamor* como indica Obando et al. (2022), utilizando la técnica por capas que consiste en colocar una capa de sustrato al fondo de la funda, seguido de una capa de semilla colonizada, esta repetición se realizará hasta tener tres capas de sustrato y 3 capas de semilla, siguiendo las recomendaciones de Calero (2018). Finalmente, se cerraron las fundas tratando de sacar la mayor cantidad de aire de ellas y se las etiquetó (Anexo 7).

Se evaluaron tres veces cada tratamiento, sumando un total de 21 unidades experimentales, las cuales se colocaron en estanterías para su incubación (Anexo 8). Ajustando el experimento a un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) (Fig 2).



### Figura 3

#### Esquema del experimento



### Incubación

Durante este periodo, se mantuvo una temperatura promedio de 27 °C junto con una humedad relativa de 44% aproximadamente. Después de tres días de incubación, se procedió a perforar la parte inferior de las bolsas para eliminar cualquier exceso de agua acumulada. Se tomaron precauciones para evitar la exposición de las bolsas a la luz, cubriendo las estanterías con cortinas de plástico negro durante este período, que fue alrededor de 15 días (Anexo 9).

### Evaluación de la producción de *Pleurotus djamor*

La evaluación del rendimiento se basó en la cantidad de hongos generados durante la etapa de fructificación. Se midió la producción mediante la eficiencia biológica, el rendimiento y el contenido de fibra.

### Fructificación

Una vez que los sustratos fueron completamente colonizados, se procedió a colgar las bolsas utilizando cuerdas y ganchos. En esta etapa se retiró el plástico negro colocado

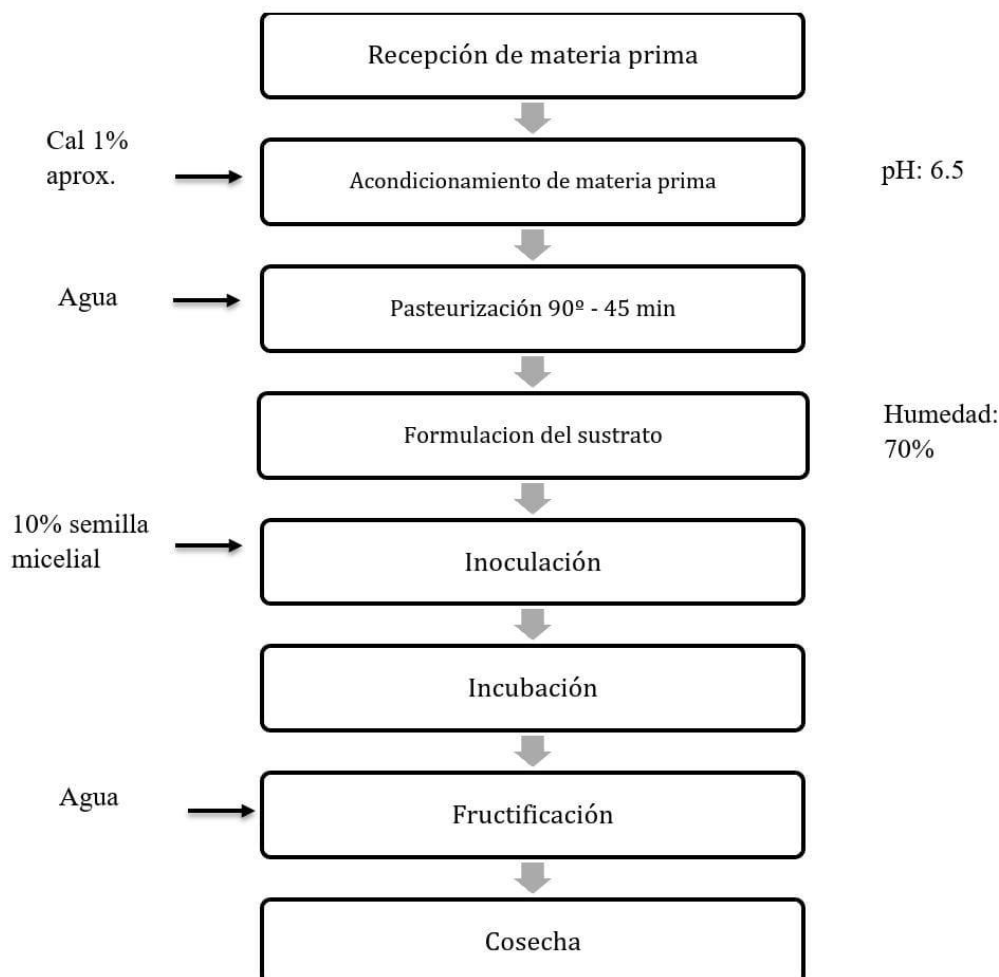
anteriormente en las posibles entradas de luz, haciendo así que las bolsas sean sometidas a periodos alternos de luz y oscuridad (día y noche). Durante esta etapa, se mantuvo la temperatura que oscilaba entre 18 °C y 33 °C. Para asegurar la humedad adecuada de los sustratos, se realizaron riegos con agua una o dos veces al día. Estos riegos se realizaron con la ayuda de un pulverizador de agua (Anexo 10). Los primeros brotes del hongo (primordios) aparecieron dieciocho días después del proceso de inoculación (Anexo 11).

## **Cosecha**

La recolección comenzó veinticinco días después de la inoculación y seis días después de que aparecieran los primeros brotes. Se llevaron a cabo tres recolecciones, observándose una disminución de cuerpos fructíferos a medida que avanzaban las cosechas (Anexo 12). Los hongos fueron almacenados congelados en bolsas selladas al vacío hasta que se completaron todas las recolecciones y se procedió a su análisis.

## Figura 4

Diagrama de flujo de la producción de *Pleurotus djamor*



## Eficiencia biológica

La evaluación de la producción de *Pleurotus djamor* se llevó a cabo mediante el cálculo de eficiencia biológica. La eficiencia biológica se determina haciendo una relación entre peso fresco del hongo y el peso seco del sustrato (Pokhrel et al., 2013) como se muestra en la ecuación [1], donde también indican que si la Eficiencia Biológica (EB) alcanzada sobrepasa el 60% es un sustrato con buenas características para la producción (Vásquez, 2022).

$$\%EB = \frac{\text{Peso fresco del hongo (g)}}{\text{Peso del sustrato seco (g)}} * 100 \quad [1]$$

### Rendimiento

Se determinó el rendimiento (R) en base seca mediante el uso de la ecuación [2] proporcionada por Rios et al. (2010), después de haber deshidratado previamente los hongos.

$$\%R = \frac{\text{Peso seco de los hongos cosechados (g)}}{\text{Peso seco del sustrato (g)}} * 100 \quad [2]$$

### Contenido de fibra

El contenido de fibra del sustrato fue analizado antes y después del cultivo del hongo (Método AOAC962.09), en el laboratorio “Alfaanalítica” de la ciudad de Ibarra. Se envió 10g de muestra previamente secada para el respectivo análisis.

Se estimó la fibra aprovechada (FA) por parte del hongo durante su crecimiento mediante el porcentaje del contenido de fibra consumido con relación al contenido inicial [3].

$$\%FA = \frac{Fi - Ff}{Fi} \times 100 \quad [3]$$

Donde:

- $Fi$  = Contenido de fibra inicial (antes del cultivo del hongo)
- $Ff$  = Contenido de fibra final (después del cultivo del hongo)

### Análisis de datos.

Los datos recopilados se analizaron utilizando el software estadístico "Infostat" mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05. Las diferencias entre tratamientos se determinaron usando la prueba de comparaciones Tukey (p=0.05).

## **Determinación de proteína, capacidad antioxidante, humedad y ceniza del tratamiento con mejor producción.**

### **Proteína**

El porcentaje proteico del hongo se determinó mediante el Método AOAC 984.13, a partir de una muestra de 10g del hongo previamente deshidratado. El estudio de la muestra se efectuó en el laboratorio privado “Alfaanalítica” de la ciudad de Ibarra.

### **Capacidad antioxidante**

Se determinó la capacidad antioxidante mediante el método ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazol)-6-sulfónico), que implica la disminución del color del radical debido a la presencia de donadores de hidrógeno o electrones, utilizando una curva de calibración con un estándar de Trolox (Rojas et al., 2024). Este método implicó la generación de un radical azul verdoso cuya absorción (entre 414 y 815 nm) disminuyó en presencia de antioxidantes, lo que evidenció su capacidad antioxidante. Los resultados se expresaron en  $\mu\text{mol}$  Trolox por gramo de muestra, como se detalló en el estudio de Restrepo et al. (2009)

Este análisis específico tuvo lugar en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

### **Humedad**

La fórmula [5] permite calcular el porcentaje de humedad basado en la diferencia de peso antes y después del secado en la estufa mediante el Método AOAC 925.10. El resultado indica el contenido de humedad presente en la muestra con relación a su peso total (Cedeño-Sares et al., 2023):

$$\%H = \frac{(M1 - M2)}{M0} * 100 \quad [5]$$

Donde:

- M0: Peso de la muestra (peso del crisol con muestra húmeda – peso del crisol vacío) (g)
- M1: Peso del crisol con muestra húmeda (antes del secado) (g).
- M2: Peso del crisol con muestra seca (después del secado) (g).

### **Ceniza**

La determinación de porcentaje de cenizas totales se determinó a través del Método AOAC 923.03 (Ramírez et al., 2017), con la formula [6]

$$\%Ceniza = \frac{(B - C)}{A} \times 100 \quad [6]$$

Donde:

- A= Peso de la muestra (g).
- B= Peso de la muestra y el crisol después del incinerado (g).
- C= Peso del crisol vacío (g)

Los análisis de humedad y ceniza se efectuaron en el laboratorio químico del campus San Vicente de Paúl de la Universidad Técnica del Norte. Los cambios realizados en el entorno y el material de cultivo permitieron controlar y evaluar todas las variables del experimento (Anexo 13).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se evidencian los resultados obtenidos en la producción de *Pleurotus djamor* en sustratos obtenidos a partir de paja de cebada, cáscara de arveja y viruta de eucalipto.

#### Caracterización de materia prima

Los resultados de los análisis de caracterización de cada uno de los sustratos seleccionados se muestran en la Tabla 4 (Anexo 14), esto con el fin de proporcionar información necesaria para su estandarización (pH y humedad), así también como también para observar su composición en cuanto a nitrógeno y fibra los cuales además de ser necesarios para el desarrollo del hongo serán el control de la degradación de los residuos lignocelulósicos.

**Tabla 4**

*Resultados de la caracterización de materia prima*

Sustrato	Contenido de nitrógeno (%)	pH	Contenido de fibra (%)	Humedad (%)
Paja de cebada	1.25	6.73	31.50	6.31
Cáscara de arveja	2.27	5.25	42.74	12.72
Viruta de eucalipto	0.22	5.04	55.20	8.11

Los hallazgos de este estudio coinciden con investigaciones previas, como, por ejemplo, la realizadas por Ruilova, Hernández (2014) y Huaraca (2022) en las cuales

informaron de niveles de nitrógeno que fluctúan entre 0.84% y 1.267% para la paja de cebada. De igual forma, para la cáscara de arveja, González (2010) y Grandez (2018) reportaron valores que oscilan entre 1.75% y 2.59%. En relación con la viruta de eucalipto, los estudios de López (2020) y Tisdale et al. (2006) revelaron valores entre 0.21% y 1.3%.

En relación al pH, los valores reportados en esta investigación, se encuentran en el rango reportado por otros autores. De acuerdo con Ashour et al. (2011), Juárez et al. (2016) y Carpio (2019), se ha observado que la paja de cebada tiene un pH que varía entre 6.50 y 7.29. De igual forma, Martínez-Ríos y Varnero et al. (2010) encontraron que el pH de la viruta de eucalipto se sitúa en un rango de 3.7 a 5.37.

Sin embargo, en el caso de la cáscara de arveja, Kebede et al. (2022) reportan un pH de 6.12, superior al pH de 5.25 observado en la presente investigación. Esta disminución del pH puede atribuirse a los procesos de fermentación que ocurrieron antes de la obtención y secado del residuo. González (2010) y Puerta (2013) señalan que la cáscara de arveja, al ser un residuo fibroso, contiene azúcares fermentables que, durante la fermentación, pueden generar ácidos orgánicos y, por ende, reducir el pH. Cabe mencionar que la cáscara fue recolectada en un clima cálido con temperaturas cercanas a los 25 °C y se almacenó durante tres días antes de proceder a su secado, lo que pudo favorecer la fermentación y contribuir a la disminución del pH.

De manera similar, el contenido de fibra se sitúa dentro del rango de los hallazgos obtenidos por otros autores. De acuerdo con Palomino (2024), Ruilova y Hernández (2014), la paja de cebada exhibe concentraciones que varían entre el 25.5% y el 51.89%. En el caso de la cáscara de arveja, los niveles de fibra oscilan entre el 15.22% y el 55.07%, según González (2010) y Grandez (2018). Por otro lado, en relación con la fibra contenida en la viruta de



eucalipto, las investigaciones de Sallam et al. (2010) y Zhou et al. (2011) revelan porcentajes que van desde el 32.45% hasta el 68.5%.

Finalmente, cabe señalar que los intervalos de contenido de humedad también concuerdan con investigaciones anteriores, Castillo et al. (2012) y Contreras-López et al. (2008) encontraron rangos desde 1.68% hasta 9.69% para la paja de cebada. La cáscara de arveja (previamente secada) según lo reportado por González (2010), Huaripata et al. (2016) y Arce-Insuasty et al. (2019) muestra un porcentaje de humedad de 2.53% al 12.8%. Por su parte, el eucalipto secado con anterioridad presenta una humedad de entre 4.91 a 10.14% según lo reportado por Guillin, Gómez (2024) y Reinoso (2015).

La elevada concentración de nitrógeno en la cáscara de arveja en comparación con otros sustratos puede atribuirse a la necesidad de este elemento durante su desarrollo. De acuerdo con Brenes et al. (2021) y Saavedra et al. (2022), la planta tiene una necesidad de alrededor de 354 kgN/ha, suministrada a través de urea, salitre u otras fuentes nitrogenadas, además, su condición de leguminosa le confiere la capacidad adicional de fijar nitrógeno atmosférico, lo que podría también estar relacionado a su alta concentración en la planta. La cebada por su parte requiere menores cantidades de nitrógeno, según Lema et al. (2016) la dosis optima es de 90 kgN/ha, esto dependiendo del estado en que se encuentre el suelo donde ha sido cultivada. Y la baja concentración del nitrógeno en la viruta de eucalipto se debería a la distribución del elemento en la planta, ya que de acuerdo con Martínez et al. (2006) el nitrógeno se encuentra en mayor cantidad sobre las hojas.

El contenido de nitrógeno en el sustrato puede tener efectos diversos en el crecimiento del hongo, niveles altos pueden promover la síntesis de proteínas, aunque también pueden disminuir el rendimiento del micelio (Sánchez et al., 2002). Algunas especies requieren niveles bajos de nitrógeno para una producción óptima en ciertas etapas, sin embargo, un exceso de

nitrógeno puede inhibir la actividad enzimática necesaria para una descomposición eficiente del sustrato (Garzón et al., 2008) .

### **Estandarización de los residuos**

- **pH**

A pesar de los diferentes valores de pH inicial de los residuos, dos de ellos (cáscara de arveja y viruta de eucalipto) demandaron aproximadamente un 1% de cal para su estandarización (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Estandarización de pH en los diferentes residuos utilizados para el cultivo de *Pleurotus djamor**

<b>Residuo</b>	<b>pH inicial</b>	<b>Cal añadida (%)</b>	<b>Cal añadida (g/kg residuo)</b>	<b>Acidez reducida</b>
Cáscara de arveja	5.04	0.5	5	1.46
Viruta de eucalipto	5.25	0.25	2.5	1.25
Paja de cebada	6.5	-----	-----	-----

La alcalinización de la materia está influenciada principalmente por la cantidad y el tipo de ácidos presentes en su composición. En el caso de la cáscara de arveja, se identifican especialmente los ácidos fítico, ascórbico, linoleico y tánico (Alasino, 2009; Bilbao et al., 2000; Saavedra y Kehr, 2022). Por otro lado, en la viruta de eucalipto se encuentran el ácido gálico, ácido elágico y el ácido ferúlico (Arias-Camison, 2000; Freire et al., 2002) los cuales al igual

que en la cáscara de arveja se consideran de naturaleza débil. Dado su carácter débil, es necesario emplear una cantidad considerable de cal para neutralizar estos ácidos, esto se debe a que, al combinarse con sus bases conjugadas, tienden a formar soluciones buffer que son efectivas para amortiguar los cambios en el pH (Bermeo et al., 2017; Bustamante et al., 2009). En contraste, la paja de cebada, al tener un pH adecuado para la experimentación, no requirió la adición de cal.

- **Humedad**

La cantidad de agua adicionada experimentó variaciones según el tipo de residuo. La cáscara de arveja mostró ser la de menor requerimiento, con tan solo 58 g de agua por kg de materia seca, seguida por la paja de cebada alcanzando los 319 g/kg. A pesar de presentar un nivel de humedad inicial superior a la paja de cebada, la viruta de eucalipto demandó la mayor cantidad con 413 g/kg (Tabla 3).

**Tabla 6**

*Estandarización de humedad de cada sustrato*

<b>Residuo</b>	<b>Humedad inicial (%)</b>	<b>Cantidad de agua añadida (g/kg de materia seca)</b>
Paja de cebada	6.31	319
Viruta de eucalipto	8.11	413
Cáscara de arveja	12.72	58

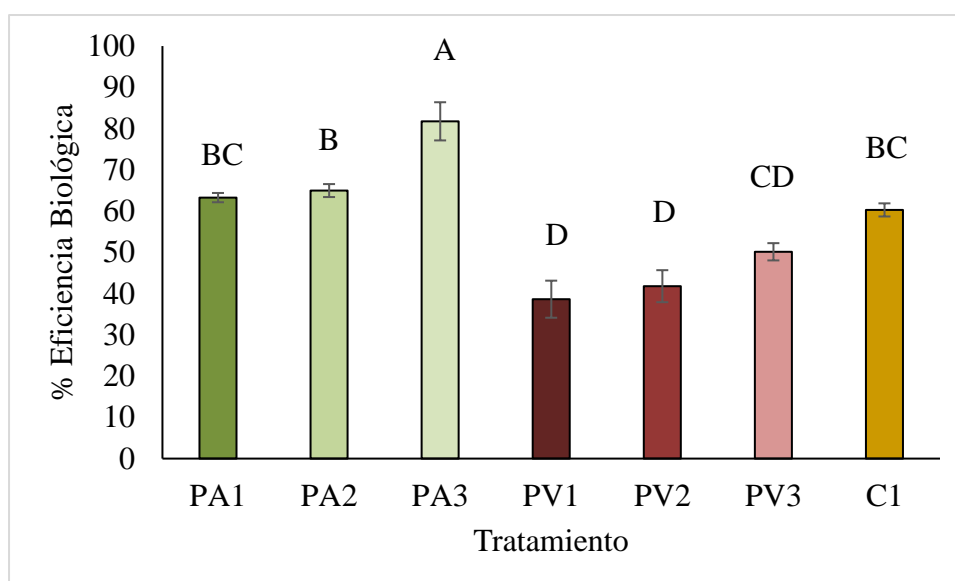
La humedad contenida en cada sustrato se ve afectada por su capacidad de retención de agua (CRA), la cual está estrechamente relacionada con su habilidad para absorber y liberar agua. Esta capacidad es influenciada por diversos componentes internos, destacando el contenido de fibras insolubles, que puede regular de manera significativa el efecto hidratante. Asimismo, tanto el tamaño de las partículas del sustrato como su porosidad son factores determinantes en la dinámica de la humedad (Criollo-Nuñez et al., 2022; Esposito et al., 2005; Sánchez et al., 2008)

### **Eficiencia biológica (EB)**

El análisis de eficiencia biológica de los diferentes sustratos mostró diferencias significativas ( $F= 23.27$ ;  $gl= 6, 24$ ;  $p<0.01$ ) (Figura 5; Anexo 15). Los resultados revelan que el tratamiento PA3 (70% paja de cebada + 30% cáscara de arveja) exhibió una eficiencia superior, con una media del 81.75%, casi el doble en comparación con el tratamiento PV1 (30% paja de cebada + 70% viruta de eucalipto). En orden descendente de eficiencia, se encuentran los tratamientos PA2 (50% paja de cebada + 50% cáscara de arveja), PA1 (30% paja de cebada + 70% cáscara de arveja) y Control (100% paja de cebada), con valores de 63.26%, 64.97% y 60.28%, respectivamente; aunque, cabe resaltar que estos valores no presentan diferencias significativas entre sí. Por último, los tratamientos con menor eficiencia biológica son PV3 (70% paja de cebada + 30% viruta de eucalipto), PV2 (50% paja de cebada + 50% viruta de eucalipto) y PV1 (30% paja de cebada + 70% viruta de eucalipto), con medias de 50.13%, 41.79% y 38.64%, respectivamente (Anexo 16).

### Figura 5

*Eficiencia biológica (%) del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor) por tratamiento*



Los resultados de eficiencia biológica (EB) obtenidos en este estudio coinciden con los hallazgos de diversos investigadores. Según Gaitán et al, (1999), Gaitán (2005), Narváez (2023) y Salmenes et al. (1997), la paja de cebada exhibe una EB que varía entre el 24.47% y el 73%. En cuanto a los sustratos que incluyen la cáscara de arveja en su composición, investigaciones realizadas por López-Rodríguez et al. (2008), (Obando et al., 2022) y Narváez (2023) indican eficiencias en el rango de 22% a 69%. Por otro lado, sustratos que cuentan con viruta de eucalipto presenta eficiencias informadas en un intervalo de 15% a 51%, según Holgado-Rojas et al. (2019); López Dalmazzo, (2020) y Varnero et al. (2010)

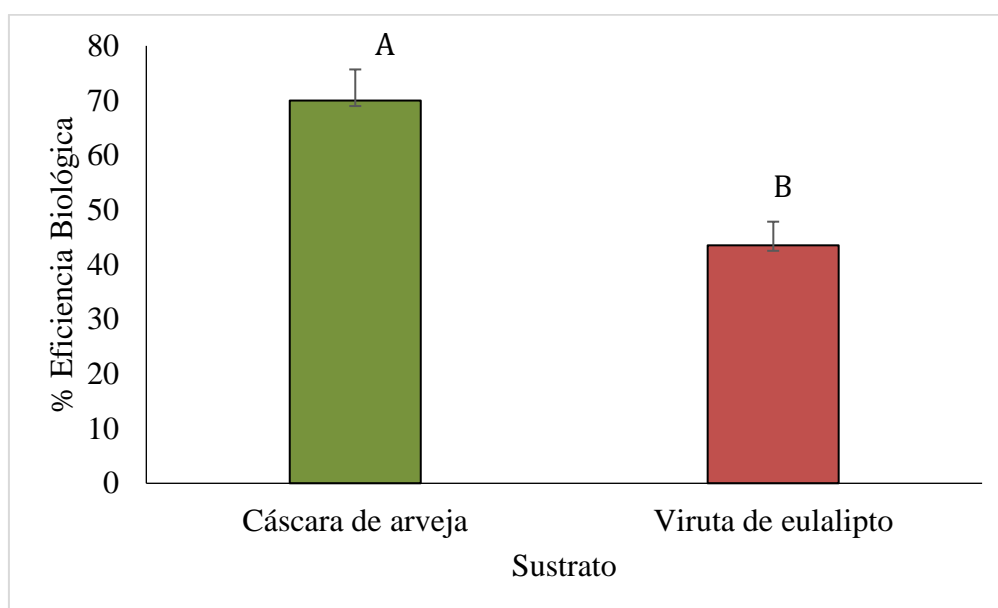
Se obtuvieron los mejores resultados en los sustratos compuestos principalmente por paja de cebada. Jafarpour et al. (2011) y Piña-Guzmán et al. (2016) recopilan datos y mencionan que la paja de cebada es un sustrato adecuado para el cultivo de *Pleurotus djamor*, debido a su alto contenido de fibra y favorable relación C/N. Además, Sánchez (2010) informó que en este tipo de hongos las enzimas lignocelulósicas degradan fácilmente los sustratos de paja, liberando nutrientes esenciales para los basidiomicetos.

Los resultados derivados del análisis de eficiencia biológica por residuo también revelaron diferencias significativas entre los sustratos compuestos por cáscara de arveja y viruta de eucalipto ( $F= 109.45$ ;  $gl=1, 29$ ;  $p<0.01$ ) (figura 6; Anexo 15). En donde se muestra que la eficiencia biológica de la cáscara de arveja es significativamente mayor (aproximadamente 70%) en comparación con la viruta de eucalipto (alrededor de 50%).

## Figura

6

*Eficiencia bilógica evaluada por sustrato*

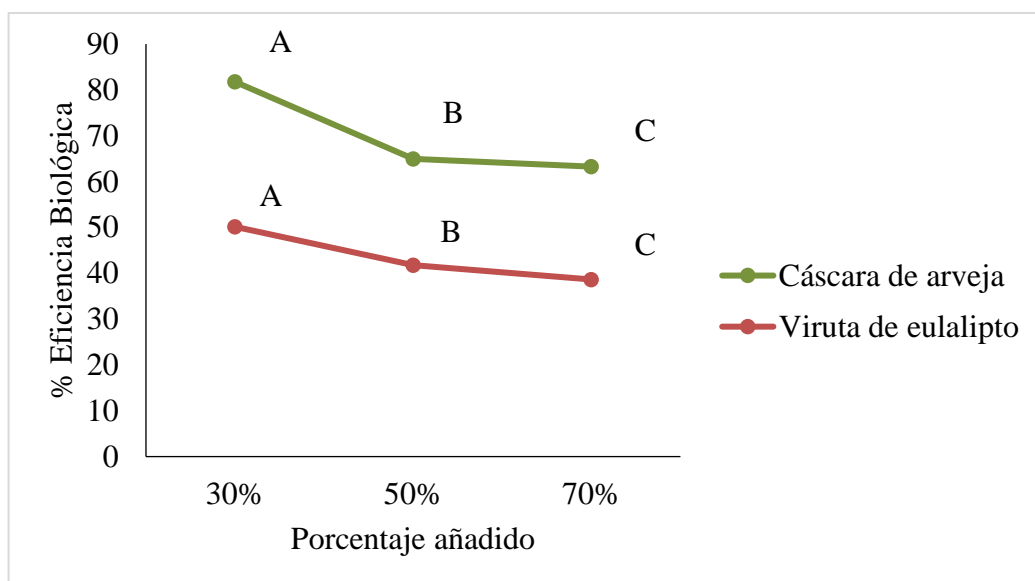


Sugiriendo que la cáscara de arveja podría ser un sustrato más eficiente, debido a su composición química, estructura física o disponibilidad de nutrientes.

Del mismo modo, en lo que respecta a las proporciones de los subproductos en la mezcla, se observaron diferencias estadísticamente significativas (Figura 6; Anexo 15) ( $F=13.48$ ;  $gl= 2, 29$ ;  $p<0.01$ ).

## Figura 7

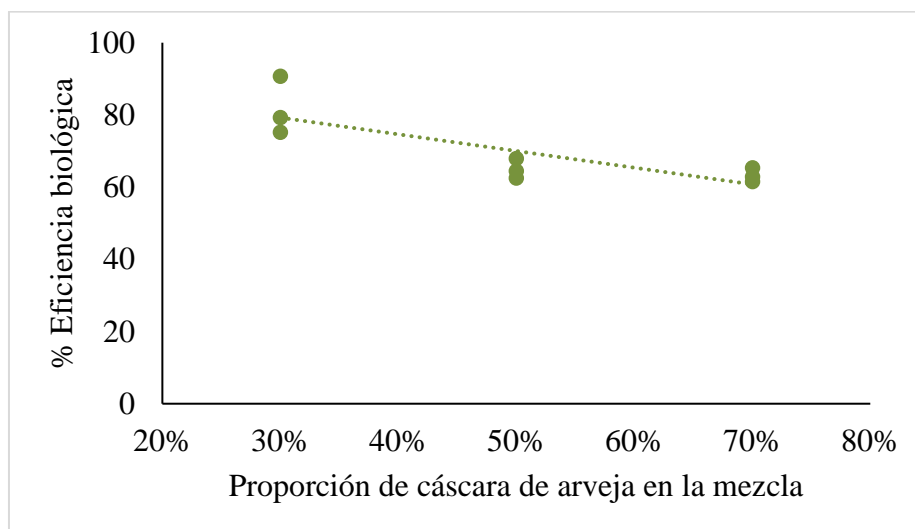
*Eficiencia biológica a distintas proporciones de residuos en la mezcla*



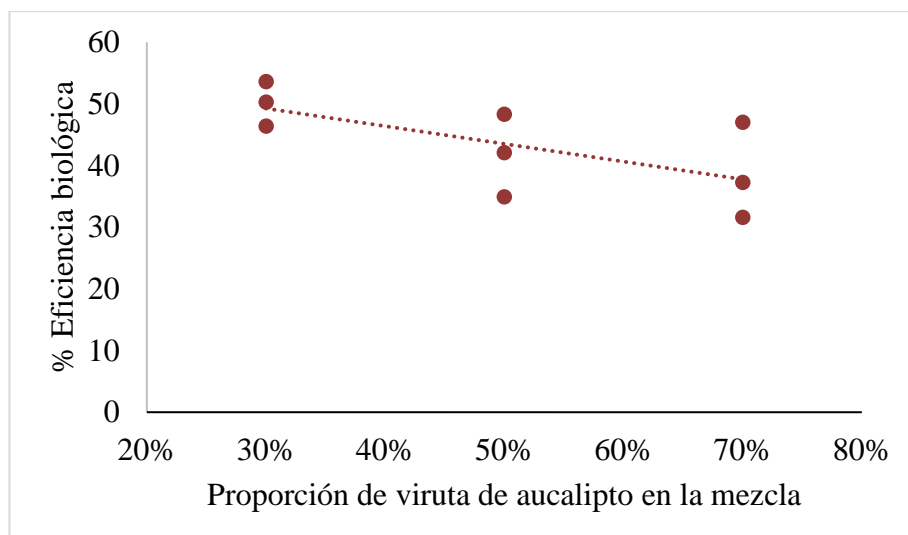
La eficiencia biológica exhibió una relación inversamente proporcional tanto con la concentración de cáscara de arveja como con la de viruta de eucalipto, tal como se muestra en la Figura 6. Los análisis de polinomios ortogonales mostraron una tendencia lineal decreciente en ambos intervalos de concentración, específicamente en A-B (30-50%) y B-C (50-70%). Para la cáscara de arveja, esta tendencia fue significativamente evidente ( $F = 18.16$ ,  $gl = 1, 2$ ,  $p = 0.013$ ) (Anexo 17), y se puede visualizar en la Figura 8. De igual manera, la viruta de eucalipto mostró una tendencia similar ( $F = 6.34$ ,  $gl = 1, 2$ ,  $p = 0.0656$ ) (Anexo 18), la cual está ilustrada en la Figura 9. Estas figuras proporcionan una visualización clara de los patrones observados y respaldan los resultados obtenidos.

**Figura 8**

*Tendencia lineal por polinomios ortogonales para la eficiencia biológica del sustrato según su proporción cáscara de arveja.*

**Figura 9**

*Tendencia lineal por polinomios ortogonales para la eficiencia biológica del sustrato según su proporción de viruta de eucalipto.*

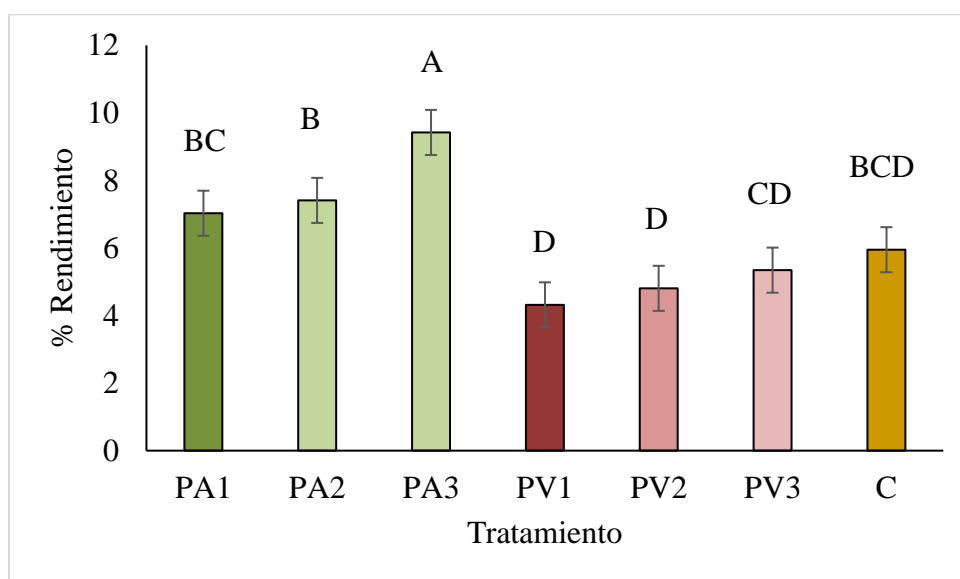




En lo que respecta al rendimiento, los datos indican una tendencia similar, atribuible a su estrecha correlación con la eficiencia biológica. Los análisis revelaron diferencias significativas entre los diferentes sustratos ( $F= 25.47$ ;  $gl= 6, 29$ ;  $p<0.01$ ) (Anexo 19). El tratamiento PA3 mostró un rendimiento superior, con una media del 9.42%. Siguiendo en orden descendente de eficiencia, se observan los tratamientos PA2, PA1 y Control, con valores de 7.41%, 7.03% y 5.95%, respectivamente; sin embargo, es importante destacar que estas diferencias entre ellos no son considerablemente significativas. Por último, los tratamientos con menor eficiencia biológica fueron PV3, PV2 y PV1, con medias de 5.34%, 4.81% y 4.32%, respectivamente (Figura 10; Anexo 20).

### Figura 10

*Rendimiento de los 7 sustratos utilizados en el cultivo del hongo*



Salmones et al. (2004) y Salmones et al. (1997) en el caso de la paja de cebada reportan un rendimiento que van de entre 0.34 a 17.4% teniendo similitud con los datos obtenidos en esta investigación. En cuanto a la cáscara de arveja, se observan ligeras diferencias de rendimiento, comparados con los reportados por Shevale et al. (2016), quienes presentaron rendimientos del 10.37% y 10.30%, superiores a los de este estudio. Estas variaciones pueden

deberse a que Shevale et al., recolectaron los cuerpos fructíferos hasta la cuarta cosecha, así como también, a la posible influencia del sustrato complementario utilizado. La viruta de eucalipto por su parte no presenta diferencias considerables, Calero (2018), García et al. (2020) y López (2020) reportan que es sustratos que incluyen este residuo su formulación se encontraron rendimientos que se encuentran en un rango entre 2.61 a 5.24%.

El incremento en la cantidad de residuo, tanto cáscara de arveja como viruta de eucalipto en cada mezcla, conlleva a una disminución en la eficiencia biológica. Esta reducción puede atribuirse a las variaciones en la concentración de nitrógeno y la relación C/N de los sustratos, teniendo en cuenta que estas varían dependiendo de la especie de hongo (Atila, 2017). De acuerdo con Chen (2005), los sustratos con una proporción de carbono a nitrógeno de 25:1 muestran ser óptimos para el desarrollo micelial vegetativo, mientras que aquellos con una relación C/N de 40:1 muestran ser más adecuados para la fase de fructificación. Menciona que el exceso de nitrógeno puede favorecer un crecimiento del micelio durante el ciclo de desove, pero estas colonias bien desarrolladas no generarán hongos de calidad, por ende, se requiere una concentración de nitrógeno de 0.3 a 1.3% (Sánchez et al., 2017).

En el caso de la viruta, según Alvira et al. (2010) y López (2020) mencionan que los desechos agroindustriales como las maderas duras tienen una relación carbono nitrógeno (C/N) de 150-450/1. En el caso de la paja de cebada Gaitán et al. (2009) y Serna-Díaz et al. (2020) reportaron que posee relaciones C/N entre 76-145/1. La cascara de arveja presentó una relación bastante baja en comparación con los otros sustratos con un 3-25/1 según mencionan García et al. (2014), López et al. (2008) y Yugsi (2011). En relación con las mezclas que contienen cáscara de arveja, se puede asumir que el aumento en la proporción de estos residuos resultó en relaciones C/N más bajas, lo que llevó al hongo a emplear más energía en la colonización del sustrato en lugar de desarrollar cuerpos fructíferos.

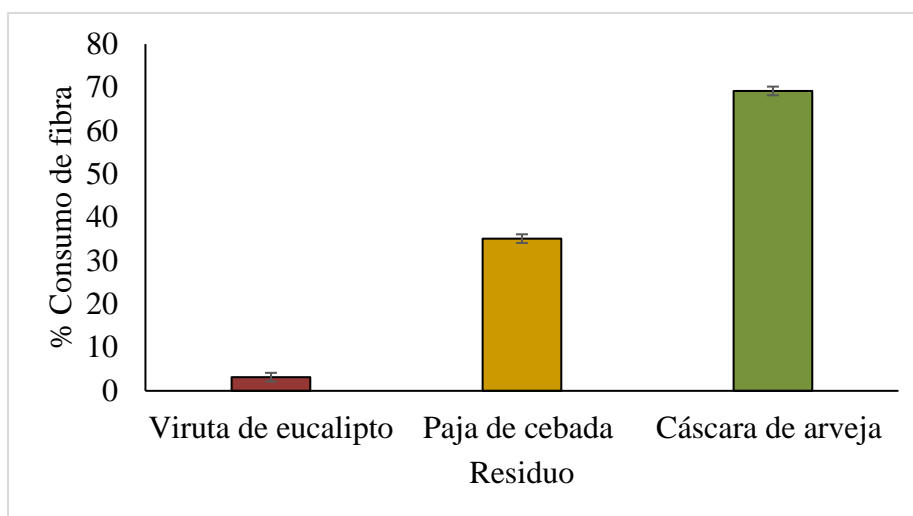
La productividad del cultivo utilizando viruta de eucalipto puede verse influenciada por varios factores, entre ellos la relación carbono-nitrógeno y la composición lignocelulósica del sustrato, que incluye lignina, hemicelulosa y celulosa. De acuerdo con Lelley (2018), los hongos de pudrición blanca obtienen una parte importante de sus necesidades de nitrógeno movilizándolo el nitrógeno unido a la lignina. Sin embargo, la autora y Sánchez et al. (2017) también destacan que la falta de nitrógeno puede promover la degradación de la lignina, pero inhibe la degradación de la celulosa, dado que los hongos de pudrición blanca necesitan nitrógeno para sintetizar las enzimas necesarias y así descomponer la celulosa. Por lo tanto, se puede afirmar que el aumento de la viruta en la mezcla podría disminuir la disponibilidad de nitrógeno para el hongo, lo que dificultaría la producción micelial y como consecuencia también la formación de cuerpos fructíferos debido a la limitada degradación de la hemicelulosa y la celulosa, fundamentales como fuentes de carbono.

Así mismo, los análisis de fibra indicaron un bajo aprovechamiento de esta por el hongo en el caso de la viruta de eucalipto (Figura 11; Anexo 21). Esto puede atribuirse a las razones mencionadas anteriormente, así como también, a la composición química y el tamaño de las partículas del residuo. García et al. (2020) señalan que el eucalipto contiene compuestos antagónicos, como resinas y taninos, que pueden obstaculizar el desarrollo del micelio del hongo. Esta interferencia reduce la capacidad del hongo para descomponer la fibra, lo que provoca una desaceleración en su degradación e incluso puede resultar en que la fibra no se descomponga completamente.

En cuanto al tamaño de las partículas, García et al. (2020) señala que al incluir la viruta de eucalipto en las mezclas de sustratos se formaban apelmazamientos que también dificultan el desarrollo del hongo. Por lo tanto, se sugiere un tamaño de partícula pequeño, entre 2 a 3 cm, para evitar estos inconvenientes y favorecer un ambiente propicio para el crecimiento del micelio y la degradación efectiva de la fibra.

### Figura 11

*Aprovechamiento de fibra por parte del hongo en diferentes residuos.*



### Determinación de proteína, capacidad antioxidante, humedad y ceniza del tratamiento con mejor producción.

Los análisis realizados a los hongos obtenidos del sustrato con mejor producción (70% paja de cebada-30% cáscara de arveja) arrojaron como resultado un alto contenido de humedad (88.25%), un contenido de proteína de 22.63% (Anexo 22) y un contenido de ceniza del 11.04 % y capacidad antioxidante de 298.06  $\mu\text{m}$  Trolox/g (Anexo 23) (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Análisis nutricional del hongo ostra rosado producido en paja de cebada y cáscara de arveja*

Muestra	Humedad (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Capacidad antioxidante ( $\mu\text{m}$ Trolox/g)
Hongo Ostra Rosado ( <i>Pleorutus djamor</i> )	88.48	22.63	11.04	298.06

Los resultados obtenidos en los diferentes análisis fueron similares a los hallazgos de otras investigaciones. Shevale et al. (2016) mencionan un contenido de humedad entre 89 y 89.4 en hongos producidos en un sustrato que contiene 30% cascara de arveja. Al igual que Cruz (2019) quien reportó un porcentaje de humedad de entre 87.91 a 89.42% para hongos producidos en 75 y 100% paja de cebada respectivamente. Los valores en el rango para esta especie se encuentran entre 83.01 a 90.77% de humedad (Oropeza, 2017).

En cuanto al contenido proteico, Inci et al. (2024) y Salmenes (2017) mencionan que el hongo *Pleurotus djamor* posee entre un 20.7% y un 41.2% de proteína. Por su parte, Cetz et al. (2000) reporta un contenido proteico del 29.6%, que se encuentra en el rango de los valores mencionados anteriormente, pero es superior al obtenido en la presente investigación. Esta variación puede deberse al sustrato utilizado, ya que, como señala Nieto et al., (2019), el tipo de sustrato, su procedencia y las condiciones de cultivo influyen en la bioconversión del residuo y, por ende, en la composición nutricional de macronutrientes.

En cuanto al contenido de cenizas, según Khan et al. (2013), Salmenes (2017) y Vanathi et al. (2023) , los valores reportados para los hongos oscilan entre 4.1% y 10.24%. En comparación, el resultado obtenido en la presente investigación muestra un contenido ligeramente superior, con un valor de 11.04%, lo cual puede atribuirse a la composición química y biológica del sustrato ya que la absorción de nutrientes determina tanto la cantidad como el tipo de minerales presentes en el hongo (Elkanah et al., 2022).

En la presente investigación, la capacidad antioxidante resultó ser superior a la encontrada en otros estudios. Según lo reportado por Vega et al. (2022) , el hongo muestra resultados que oscilan entre 67 y 133  $\mu\text{m}$  Trolox/g. De manera similar, Cruz et al. (2023) reportaron valores entre 166.86 y 221  $\mu\text{m}$  Trolox/g, mientras que Fogarasi et al. (2020) informó el contenido más bajo, con 27.17  $\mu\text{m}$  Trolox/g. Estas variaciones pueden atribuirse a las

condiciones y componentes específicos del medio de cultivo, lo que impacta considerablemente sus propiedades nutricionales y funcionales de los hongos (Vega et al., 2022). Además, estudios previos han identificado valores más bajos para la actividad antioxidante de los extractos de hongos, asociándolos con diferencias en la etapa de cosecha, el clima, el sustrato y la composición química, tal como lo indican Fogarasi et al. (2020) y Palacios et al. (2011).

En comparación con otros alimentos, el hongo *Pleurotus djamor* presentó valores proteicos similares o incluso superiores a aquellos considerados de alto valor proteico. Al compararlo con fuentes de proteína de origen animal, la del hongo fue superior a la de la leche de vaca (3.3%), los huevos (12%), la carne vacuna (21.4%), la carne de cerdo (21.2%), la carne de pollo (20%) y el pescado (18.4%). Además, el contenido proteico del hongo se ubicó en el intervalo de las proteínas vegetales, como las leguminosas (22-36%) y las semillas oleaginosas (12-22%) (Burgess et al., 2006).

En cuanto a su capacidad antioxidante, el valor obtenido para el hongo se encuentra en el intervalo del arándano, conocido por sus altos niveles antioxidantes, con valores de 213.37 a 298.37  $\mu\text{mol Trolox/g}$  (Chauca, 2019). En comparación con otros alimentos, también mostró una capacidad antioxidante superior. Por ejemplo, la guayaba presenta una capacidad antioxidante de 81.78 a 98.78  $\mu\text{mol Trolox/g}$ , el mango de 34.87  $\mu\text{mol Trolox/g}$ , el tomate de 25.97  $\mu\text{mol Trolox/g}$ , la mora de 25.44  $\mu\text{mol Trolox/g}$ , la guanábana de 11.34  $\mu\text{mol Trolox/g}$ , (Gutiérrez Tlahque et al., 2019; López do Campo, 2017; Mancera, 2010; Medina-Juárez et al., 2012)

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Las mezclas con porcentajes superiores al 50% de cáscara de arveja, favorecen la distribución del micelio, pero disminuyen el desarrollo de los cuerpos fructíferos, debido a que el hongo gasta más energía en la colonización.
- La combinación de sustratos se adecua a la realidad observada en la práctica agroindustrial, por lo que este estudio muestra una alternativa rentable para facilitar la degradación de residuos lignocelulósicos.
- La combinación de residuos para este caso (70% de paja de cebada y 30% de cáscara de arveja) mostró ser adecuada para la producción de un alimento con un perfil nutricional comparable a aquellos considerados saludables y presentando una alternativa al consumo de carne.

#### Recomendaciones

- Realizar un análisis previo de la relación C/N de las mezclas y de la composición de fibras (lignina, celulosa y hemicelulosa) antes de iniciar el cultivo, asegurando que los sustratos son adecuados para facilitar el crecimiento óptimo de los hongos, y durante el cultivo, vigilar y ajustar el nivel de pH y el porcentaje de humedad de cada sustrato.
- Reducir el tamaño de la partícula de eucalipto e hidratarla antes de la pasteurización para mejorar la aireación y circulación del agua en el sustrato.
- Realizar una comparación entre dos tipos de hongos con el fin de poder observar la capacidad que tienen para degradar los distintos sustratos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharya, K., Khatua, S., & Ray, S. (2017). Quality assessment and antioxidant study of *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7(6), 105–110. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2017.70614>
- Agapito, A. (2021). *Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para la producción de hongos funcionales*. [Tesina, Universidad Autónoma del Estado d Morelos]. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/2507>
- Aguiar, S., Enríquez Estrella, M., & Uvidia Cabadiana, H. (2022). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. *AXIOMA*, 1(27), 5–11. <https://doi.org/10.26621/ra.v1i27.803>
- Alananbeh, K. M., Bouqellah, N. A., & Al Kaff, N. S. (2014). Cultivation of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* on date-palm leaves mixed with other agro-wastes in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(6), 616–625. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.08.001>
- Alasino, M. (2009). *Harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto de emulsionantes como mejoradores de volumen y vida útil* [Tesis presentada como parte de los requisitos de la Universidad Nacional del Litoral para la obtención del Grado Académico de Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional del Litoral]. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/145/tesis.pdf>
- Alemu, D., Tafesse, M., & Mondal, A. K. (2022). Mycelium-Based Composite: The Future Sustainable Biomaterial. *International Journal of Biomaterials*, 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/8401528>
- Alvira, P., Tomás-Pejó, E., Ballesteros, M., & Negro, M. J. (2010). Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review. *Bioresource Technology*, 101(13), 4851–4861. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.093>
- Aparajita, R. Das, Panna, D., Surajit, B., & Ajay, K. S. (2015). Chemical analysis of a wild edible mushroom: *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn. *Chemical Analysis of a Wild Edible Mushroom: Pleurotus Djamor(Rumph. Ex Fr.) Boedijn.*, 23(2), 161–166. <https://epubs.icar.org.in/index.php/MR/article/view/49050/21015>
- Arias-Camison, E. (2000). *Contribución al conocimiento de la composición polifenólica de madera, corteza y hojas de Eucalyptus camaldulensis, E. globulus y E. rudis* [Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/61376>
- Ashour, T., Georg, H., & Wu, W. (2011). Performance of straw bale wall: A case of study. *Energy and Buildings*, 43(8), 1960–1967. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.04.001>



- Atila, F. (2017). Evaluation of Suitability of Various Agro-Wastes for Productivity of *Pleurotus djamor*, *Pleurotus citrinopileatus* and *Pleurotus eryngii* Mushrooms. *Journal of Experimental Agriculture International*, 17(5), 1–11. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2017/36346>
- Baquero, M., & Lucio-Paredes, A. (2010). La agroindustria ecuatoriana: un sector importante que requiere de una ley que promueva su desarrollo. *La Granja*, 44–46. <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047395007.pdf>
- Batz, E. (2010). *Producción de cuerpos fructíferos de cepas nativas de Pleurotus en sustratos desinfectados por inmersión en agua alcalina* [Proyecto de titulación, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/68>
- Bellettini, M. B., Fiorda, F. A., Maieves, H. A., Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Júnior, A. M., & Ribani, R. H. (2019). Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4), 633–646. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.005>
- Bermeo, G. M., Bonilla, S. M., & Coloma, T. W. (2017). *Neutralización: aplicado a aguas residuales*. Grupo Compás. <http://hdl.handle.net/123456789/69>
- Bermúdez-Savón, R. C., García-Oduardo, N., & Serrano-Alberni, M. (2013). Una tecnología sostenible, aporte a la seguridad alimentaria. *Tecnología Química*, 181–192. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543779007>
- Bilbao, T., Hampe, S., Smith, R. A., Puerta, F., & Ledesma, L. (2000). Ocurrencia de tóxicos naturales en frijol colorado (*Phaseolus vulgaris*) y arveja (*Pisum sativum*). Efecto del tiempo de almacenamiento y los tratamientos caseros. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 53, 901–912. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24067/24703>
- Bonilla, A. B., Pintag, M. M., & Medina, G. E. (2023). Uso potencial de residuos agroindustriales como fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica. *MediSur*, 21(6), 1322–1330. <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v21n6/1727-897X-ms-21-06-1322.pdf>
- Brenes Rojas, P., & Peña Cordero, W. (2022). Fijación biológica de nitrógeno en arveja (*Pisum* spp) mediante técnicas isotópicas del N15, en un suelo andisol, Llano Grande Cartago. *Repertorio Científico*, 24(2), 1–7. <https://doi.org/10.22458/rc.v24i2.3887>
- Burgess, A., & Glasauer, P. (2006). Nutrientes en los alimentos. In *Guía de nutrición de la familia* (1st ed., pp. 121–126). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. <https://www.fao.org/4/y5740s/y5740s16.pdf>
- Bustamante R, A. J., Murillo C, N. M., Ayala, A., & Casas, J. A. (2009). Estrategia didáctica para el aprendizaje de los conceptos de ph, efecto buffer y capacidad amortiguadora a partir del estudio de bebidas no alcohólicas. *Umbral Científico*, 14, 181–192. <https://www.redalyc.org/pdf/304/30415059016.pdf>

- Calero, L. E. (2018). *Valoración del crecimiento del hongo Ostra Rosado (Pleurotus djamor) sobre formulaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales de la provincia de Cotopaxi para la producción de setas comestibles en la empresa ASOPROTEC* [Trabajo de Titulación, Modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, Universidad Técnica e Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28371>
- Caluguillín, E. C. (2023). *Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (Hordeum Vulgare L.) en La Granja Experimental "La Pradera" Chaltura, Imbabura* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13683>
- Cantú Silva, I., & Luna Robles, E. O. (2022). Reservorio de Nitrógeno y relación C:N de un Umbrisol bajo manejo forestal en Durango, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(72), 82–111. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i72.1055>
- Carbajo, J. (2015). *Utilización de hongos de podredumbre blanca en la producción de pasta de celulosa de alto rendimiento* [Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/26202>
- Carona, D. (2021). *Evaluación de la actividad antioxidante de Pleurotus djamor cultivado en seis combinaciones de sustrato*. [Proyecto de Titulación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/3201>
- Castillo, F., Rodríguez, R., Prieto, F., & Román, A. (2012). Caracterización Física y Química Proximal de Paja, Grano y Almidón de Cebada de la Variedad Esmeralda. *Revista de La Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C.*, 16(3), 9–20. [https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista\\_2012\\_V16\\_N3.pdf#page=9](https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista_2012_V16_N3.pdf#page=9)
- Cedeño-Sares, L. A., Yáñez Romero, M., Nuñez Quezada, T., Montalván Guamán, N., & Rogel Preciado, M. (2023). Efecto de gelatina y aceite esencial de mandarina en películas de almidón de maíz. *CIENCIA UNEMI*, 16(42), 35–44. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol16iss42.2023pp35-44p>
- Cerón Rincón, L. E., & Aristizábal Gutiérrez, F. A. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(0123–3475), 285–295. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77624081026>
- Cetz, G., Ancona, L., & Belmar, R. (2000). Cultivo de Pleurotus djamor en rastrojo de calabaza. *Revista Mexicana de Micología*, 16, 41–43. <https://www.scientiafungorum.org.mx/index.php/micologia/article/view/900/1081>
- Ceyhun, K. (2020). Production of Pleurotus ostreatus, Pleurotus citrinopileatus and Pleurotus djamor in different contents and some physical analysis. *Wood Industry and Engineering.*, 2(1), 17–23. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1423563>

- Chasing, A. Y. (2024). *Propuesta de alimento balanceado a partir de cascarilla de cacao y cáscara de plátano destinado al ganado porcino-etapa crecimiento* [Trabajo de Integración Curricular, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/42504>
- Chauca, M. A. (2019). *Fenoles y capacidad antioxidante de guayaba (Psidium guajava), arándano (Vaccinium myrtillus) y fracciones comestibles y no comestibles de pitahaya (Selenicereus megalanthus) y aguaymanto (Physalis peruviana)* [Tesis, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1874>
- Chávez, J. (2017). *Obtención y evaluación de extractos enzimáticos con actividad celulítica y lignolítica a partir del hongo Pleurotus ostreatus cultivados en tuza de maíz*. [Proyecto de investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2071>
- Chen, A. W. (2005). Oyster Mushroom Cultivation. In *Mushroom Growers' Handbook* (Vol. 2, p. 18). MushWorld – Heineart Inc. <https://www.hongoscomestiblesymedicinales.com/P/P/shiitake/capitulo%201%20pag.1-15.pdf>
- Chen, T., Zhang, S., & Yuan, Z. (2020). Adoption of solid organic waste composting products: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 272. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122712>
- Contreras-López, E., Jaimez-Ordaz, J., Hernández-Madrigal, T., Añorve-Morga, J., & Beltrán-Hernández, R. (2008). Composición química de cebadas cultivadas bajo diferentes condiciones de labranza en tres localidades del estado de Hidalgo, México. *Bioagro*, 20(3), 201–208. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85714153007>
- Criollo-Núñez, J., Fonseca-Blanco, J. D., Lopez-Hernandez, M. DP., Sandoval-Aldana, A. P., & Criollo-Cruz, D. (2022). Estudio comparativo de dos enzimas pectinolíticas en la licuefacción de la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y extracción de fibra dietaria. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*, 24(02), 1–13. <https://doi.org/10.25100/iyc.v0i00.11586>
- Cruz, B. A. (2019). *Cultivo de Hongos comestibles Pleurotus djamor y Pleurotus ostreatus sobre sustrato de bagazo de Agave tequilana*. [Proyecto de Titulación, Universidad Autónoma de Querétaro]. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/1857/1/RI004921.pdf>
- Cruz-Moreno, B. A., Pérez, A. A. F., García-Trejo, J. F., Pérez-García, S. A., & Gutiérrez-Antonio, C. (2023). Identification of Secondary Metabolites of Interest in *Pleurotus djamor* Using Agave tequilana Bagasse. *Molecules*, 28(2), 557. <https://doi.org/10.3390/molecules28020557>

- Cuestas Juan M., Postemsky Pablo D., Tucacat Guillermo, López Roberto O, Sciammaro Leonardo, & Saparrat Mario C. N. (2022, July 27). *El cuidado del ambiente a través de la utilización de hongos para la valorización de residuos agroindustriales de la región*. Investiga. Ciencia y Tecnología UNPL. <https://unlp.edu.ar/investiga/bajolalupa/investigadores-utilizan-hongos-para-valorizar-los-residuos-agroindustriales-de-la-region-y-cuidar-el-medioambiente-50811/>
- Cury R, K., Aguas M, Y., Martinez M, A., Olivero V, R., & Chams Ch, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 9(S1), 122–132. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>
- De Lucas, A. I., & Del Peso, C. (2012). Concepto, clasificación y usos de la biomasa. In Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. ITAGRA.CT (Ed.), *Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad*. (pp. 4–12). [https://www.researchgate.net/publication/260383181\\_Biomasa\\_biocombustibles\\_y\\_sostenibilidad](https://www.researchgate.net/publication/260383181_Biomasa_biocombustibles_y_sostenibilidad)
- Delgado, C. I., & González, J. (2017). Hidrólisis de residuos lignocelulósicos con la bacteria CF2. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 2, 20–24. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/990>
- Di Gerónimo, P. F., Videla, C. del C., & Laclau, P. (2018). Distribución de carbono y nitrógeno orgánico en fracciones granulométricas de suelos bajo pastizales, agricultura y forestaciones. *Ciencia Del Suelo*, 11–22. <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v36n1/v36n1a02.pdf>
- Díaz, K., Casanova, M., León, C. A., & Gil, L. A. (2019). Producción de *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) ICFC 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos. *Arnaldoa*, 1177–1184. <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n3/a22v26n3.pdf>
- Elkanah, F. A., Oke, M. A., & Adebayo, E. A. (2022). Substrate composition effect on the nutritional quality of *Pleurotus ostreatus* (MK751847) fruiting body. *Heliyon*, 8(11), e11841. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11841>
- Esposito, F., Arlotti, G., Maria Bonifati, A., Napolitano, A., Vitale, D., & Fogliano, V. (2005). Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food Research International*, 38(10), 1167–1173. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.05.002>
- Filippi, M. V., Cayolo, F., Maldonado, J. F., Martínez, D. A., & Buglione, M. B. (2019). Control de contaminantes durante el proceso de producción de hongos comestibles. *XVII CONGRESO CYTAL 2019 XXI CONGRESO ALACCTA 2019*. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/5018>
- Flores, A., & Contreras, M. (2017). *Manual de cultivo de hongo seta (Pleurotus ostreatus) de forma artesanal*. UNAM. [http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cultivo\\_de\\_hongo\\_seta.pdf](http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cultivo_de_hongo_seta.pdf)

- Fogarasi, M., Diaconeasa, Z. M., Pop, C. R., Fogarasi, S., Semeniuc, C. A., Fărcaș, A. C., Țibulcă, D., Sălăgean, C.-D., Tofană, M., & Socaci, S. A. (2020). Elemental Composition, Antioxidant and Antibacterial Properties of Some Wild Edible Mushrooms from Romania. *Agronomy*, *10*(12), 1972. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121972>
- France, A., Cañumir, J. A., & Cortez, M. (2000). *Producción de hongos ostra* (Hugo Rodríguez). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7019>
- Fregoso-Madueño, J. N., Goche-Télles, J. R., Rutiaga-Quiñones, J. G., González-Laredo, R. F., Bocanegra-Salazar, M., & Chávez-Simental, J. A. (2017). Alternative uses of sawmill industry waste. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, *23*(02), 243–260. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.06.040>
- Freire, C. S. R., Silvestre, A. J. D., & Neto, C. P. (2002). Identification of New Hydroxy Fatty Acids and Ferulic Acid Esters in the Wood of *Eucalyptus globulus*. *Holzforschung*, *56*(2), 143–149. <https://doi.org/10.1515/HF.2002.024>
- Gaitán-Hernández, R., & Salmones, D. (1999). Análisis de la producción de cepas de *Pleurotus djamor*. *Revista Mexicana de Micología*, *15*, 115–118. <https://www.scientiafungorum.org.mx/index.php/micologia/article/view/891>
- Gaitán-Hernández, R. (2005). Evaluación in vitro del hongo comestible *Pleurotus eryngii*: Efecto de diferentes suplementos orgánicos en el crecimiento micelial y producción de cuerpos fructíferos. *Revista Mexicana de Micología*, 74–84. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88302113>
- Gaitán-Hernández, R., D. Salmones, R. Pérez Merlo, & G. Mata. (2006). *Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción* (1ra ed.). Instituto de Ecología, A.C. [http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV\\_pdf/libros/Manual\\_PleurotusGaitan.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/Manual_PleurotusGaitan.pdf)
- Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez-Merlo, R., & Mata, G. (2009). Evaluación de la eficiencia biológica de cepas de *Pleurotus pulmonarius* en paja de cebada fermentada. *Revista Mexicana de Micología*, *30*, 63–71. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88316009006>
- García, C., & Félix, J. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales* (Primera Edición). : Fundación Produce Sinaloa, A.C. [https://www.ciaorganico.net/documypublic/271\\_Manual\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_abonos\\_organicos\\_y\\_biorracionales.pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf)
- García, J. A., Barraza-Jáuregui, G., & Miano, A. C. (2020, July 29). Sustrato óptimo entre viruta de Pino, viruta de Eucalipto y coronta de Maíz para maximizar la capacidad productiva de Hongo Ostra. *Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.137>

- Garzón Gómez, J. P., & Cuervo Andrade PhD, J. L. (2008). Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Nova*, 6(10), 126–140. <https://doi.org/10.22490/24629448.403>
- Gavidia, B., & León, Y. (2016). *Evaluación preliminar de la producción de Pleurotus pulmonarius en vainas de frijol (Phaseolus vulgaris), vainas de arveja (Pisum sativa) y tamo de retamo espinoso (Ulex europaeus) como sustratos orgánicos* [Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/2933>
- Puerta, G. I. (2013). Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé)*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0402.pdf>
- Godoy Padilla, D. J., Daza La Plata, R., Fernández Curi, L. M., Layza Mendiola, A. E., Roque Alcarraz, R. E., Hidalgo Lozano, V., Gamarra Carrillo, S. G., & Gómez Bravo, C. A. (2020). Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de San Martín, Perú. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(2). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num2\\_art:1374](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1374)
- González, S. A. (2010). Sacarificación enzimática de la vaina de arveja fresca (*pisum sativum* L.) variedad sabanera para obtención de azúcares reductores. *Publicaciones e Investigación*, 4(1), 71. <https://doi.org/10.22490/25394088.579>
- Grandez, N. Y. (2018). *Caracterización nutricional de once variedades de residuos de cosecha en la región Amazonas* [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1636>
- Guallpa Miguel, Rosero Sonia, Montenegro Galo, & Quinchuela Darío. (2018). Estimación De Los Residuos Forestales En Los Aserraderos De Tres Cantones, Zona 3 Interandina, Ecuador. *European Scientific Journal, ESJ*, 14(30), 228. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n30p228>
- Guillin, K., & Gómez, N. (2024). *Elaboración de pellets a partir de biomasa procedente de poda de árboles, y su utilización como biocombustible* [Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Estatal de Bolívar]. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/6730>
- Gutiérrez Tlahque, J., Santiago Sáenz, Y. O., Hernández Fuentes, A. D., Pinedo Espinoza, J. M., López Buenabad, G., & López Palestina, C. U. (2019). Influencia de los métodos de cocción sobre la actividad antioxidante y compuestos bioactivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Nova Scientia*, 11(22), 53–68. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1685>
- Hernández-Cázares, A. S., Real-Luna, N., Delgado-Blancas, M. I., Bautista-Hernández, L., & Velasco-Velasco, J. (2016). Residuos agroindustriales con potencial de compostaje. *AgroProductividad*, 9(8), 10–17. <http://hdl.handle.net/10521/2642>

- Holgado-Rojas, M. E., Aranzabal Carrasco, R. L., Lazarte Lovaton, R., Quispe Peláez, A., Pérez Leguía, K. A., Aguilar Mainicta, F. B., & Aguilar Pumahuillca, F. (2019). Cultivo de *Pleurotus* sp. y *Lentinula edodes* bajo condiciones artesanales en comunidades campesinas de la región Cusco / Perú. *Ecología Aplicada*, 18(2), 125. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1331>
- Huerta, G., Martínez-Carrera, D., Sánchez, J. E., & Leal-Lara, H. (2009). Grupos de interesterilidad y productividad de cepas de *Pleurotus* de regiones tropicales y subtropicales de México. *Revista Mexicana de Micología*, 30. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88316009004>
- İnci, Ş., Kirbağ, S., & Akyüz, M. (2024). Valorization of local agro-residues for the cultivation of *Pleurotus djamor* (Rumph. Ex Fr.) Boedijn and their effects on nutritional value. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-024-05515-3>
- Jafarpour, M., Jalalizand, A., & Eghbalsaied, S. (2011). High fiber media as the most efficient substrates for *Pleurotus florida* culture. *Archives of Biological Sciences*, 63(3), 889–895. <https://doi.org/10.2298/ABS1103889J>
- Jaramillo, I. P. (2013). *Evaluación de tres Residuos Agroindustriales Lignocelulósicos provenientes de Cebada (*Hordeum vulgare* L.), Arroz (*Oryza sativa*), Eucalipto (*Eucaliptus globulus* L.), para el cultivo de dos Cepas de Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus* F.), bajo Invernadero* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2872>
- Huaraca, J. (2022). *Determinación del poder calorífico de los residuos agroindustriales de cáscara de trigo y paja de cebada enriquecidos con nanopartículas de celulosa como una alternativa de energía*. [Trabajo de integración curricular, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20236>
- Fajardo, J. I., & Gomez, G. A. (2021). *Estudio comparativo de polifenoles totales y actividad antioxidante en extractos polares de tres hongos del género *Pleurotus** [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/64273>
- Huaripata, J., & Luis, R. (2016). *Efecto de la adición de fibra dietaria de arveja (*Pisum sativum*) en las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt simbiótico* [Trabajo de Titulación, Universidad Nacional del Centro de Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4769>
- Juárez Balderas, D., Añorve Morga, J., Castañeda Ovando, A., Contreras López, E., Jaimez Ordaz, J., & González Olivares, L. G. (2016). Cambios de pH y carbono total en rastrojo de cebada fermentada en estado sólido con *rhizopus oryzae* jcp024. *PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 3(6). <https://doi.org/10.29057/icbi.v3i6.579>
- Arce-Insuasty, K., Benavides-Enríquez, M., Acosta-Martínez, J., & Álvarez-Sánchez, D. (2019). Evaluación de los subproductos de arveja (*Pisum sativum* L.) para obtención de

- abono orgánico tipo bocashi. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/203/196>
- Kebede, A., Kedir, K., Melak, F., & Asere, T. G. (2022). Removal of Cr(VI) from Aqueous Solutions Using Biowastes: Tella Residue and Pea (*Pisum sativum*) Seed Shell. *The Scientific World Journal*, 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/7554133>
- Khan, N. A., Ajmal, M., Nickin, J., Aslam, S., & Ali, M. A. (2013). Nutritional value of *Pleurotus (flabellatus) djamor (r-22)* cultivated on sawdusts of different woods. *Pak. J. Bot*, 45(3), 1105–1108. <https://eprints.bbk.ac.uk/id/eprint/9517/1/9517.pdf>
- Kumla, J., Suwannarach, N., Sujarit, K., Penkhrue, W., Kakumyan, P., Jatuwong, K., Vadthananarat, S., & Lumyong, S. (2020). Cultivation of Mushrooms and Their Lignocellulolytic Enzyme Production Through the Utilization of Agro-Industrial Waste. *Molecules*, 25(12), 2811. <https://doi.org/10.3390/molecules25122811>
- Lelley, J. I. (2018). *No fungi no future*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56507-0>
- Lema-Aguirre, A. C., Basantes-Morales, E. R., & Pantoja-Guamán, J. L. (2016). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 97. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.22705>
- Li, Zhao, Gao, Song, Wang, Yuan, Feng, Zhang, Zhang, Zhang, & Jia. (2019). The Antioxidant and Anti-Aging Effects of Acetylated Mycelia Polysaccharides from *Pleurotus djamor*. *Molecules*, 24(15), 2698. <https://doi.org/10.3390/molecules24152698>
- López Dalmazzo, E. X. (2020). *Producción de hongos ostra (Pleurotus ostreatus) usando como sustrato residuos de corteza de eucalipto ricos en lignina producidos por la empresa NOVOPAN* [Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Biotecnología, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24837>
- López do Campo, J. (2017). *Estudio comparativo de la actividad antioxidante en fresas de cultivos de origen tradicional versus ecológico*. [Trabajo de fin de grado, Universidad de Coruña]. <http://hdl.handle.net/2183/19610>
- López-Rodríguez, C., Hernández-Corredor, R., Suárez-Franco, C., & Borrero, M. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum*, 13, 128–137. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49913204>
- Mancera, J. A. (2010). *Diseño de una pulpa funcional de frutas y hortalizas con propiedades antioxidantes y probióticas* [Maestría en Ingeniería Química, Universidad Nacional De Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/6887>



- Rios, M. del P., Hoyos, J. L., & Mosquera-Sanchez, S. A. (2010). Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. *Biología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 8, 86–94. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biologia/article/view/741>
- Martínez, A. (2017). *Aprovechamiento de los residuos de la Cáscara de haba (Vicia faba) mediante el cultivo del hongo Pleurotus ostreatus* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/7035>
- Martínez-Ríos, N. S., Pedraza-Bucio, F. E., Colodette, J. L., & López Pablo. (2006). *Composición química de cuatro eucaliptos, de una plantación experimental en Morelia, México* [Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. [https://www.eucalyptus.com.br/icep03/28\\_MartinezRios.et.all.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/icep03/28_MartinezRios.et.all.pdf)
- Medina-Juárez, L. Á., Molina-Quijada, D. M. A., Del Toro Sánchez, C. L., González Aguilar, G. A., & Gámez-Meza, N. (2012). Antioxidant activity of peppers (*Capsicum annuum* L.) extracts and characterization of their phenolic constituents. *Asociación Interciencia Venezuela*, 37(8), 588–593. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/588-c-1%C2%BA-GAMEZ-MESA-6.pdf>
- Carpio, M. (2019). *Producción de etanol a partir de residuos sólidos orgánicos (paja de cebada)* [Trabajo de Titulación, Universidad Nacional del Centro de Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7678>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *INFORMACIÓN PRODUCTIVA TERRITORIAL*. Sistema de Información Pública Agropecuaria. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Naidu, D. S., Hlangothi, S. P., & John, M. J. (2018). Bio-based products from xylan: A review. *Carbohydrate Polymers*, 179, 28–41. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.09.064>
- Naranjo, A. (2013). *Agenda Productiva Provincial Libro 3 Agroindustria*. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha. [http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio\\_paginas/archivos/app\\_libro\\_3\\_agroindustria.pdf](http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/app_libro_3_agroindustria.pdf)
- Narváez, A. (2023). *Evaluación de sustratos en la producción y poscosecha del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.) Pimampiro, Imbabura* [Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14638>
- Negro, M. J., Villa, F., Aibar, J., Aracón, R., Ciria, P., Cristóbal, M. V., Benito, A. de, García Martín, A., Lacasta Dutoit, C., Labrador, C., Garcia Muriedas, G., Lezaún, J. A., Zaragoza, C., Meco, R., Pardo, G., Solano, M. L., & Torner, C. (2000). Producción y gestión del compost. *Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA)*. <http://hdl.handle.net/10261/16792>

- Nieto Juárez, J. I., Cuzcano Ruiz, Á. D., & Reyes López, W. A. (2019). Estudio preliminar de la composición nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en pulpa de café. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 85(4), 422–431. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v85i4.256>
- Obando, G. A., Vásquez-García, A., Benavides-Palacios, D. E., & Jojoa-Martínez, H. F. (2022). Producción de hongo orellana (*Pleurotus ostreatus*) sobre residuos agrícolas y pastos generados en la comunidad de Obonuco, Nariño. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(2), 42–54. <https://doi.org/10.23850/24220582.4865>
- Oropeza, M. P. (2017). *Productividad y actividad antioxidante de cepas silvestres, reconstituidas e híbridas de Pleurotus djamor* [Proyecto de Titulación para maestría, Universidad Tecnológica de la Mixteca]. <http://repositorio.utm.mx:8080/jspui/handle/123456789/80>
- Padilla, K. (2023). *Evaluación de distintos medios de cultivo in vitro para la elaboración de micelio del hongo ostra blanco (Pleurotus Ostreatus) (Jacq.) P. Kumm., en laboratorio*. [Proyecto de Titulación, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/38393>
- Palacios, I., Lozano, M., Moro, C., D'Arrigo, M., Rostagno, M. A., Martínez, J. A., García-Lafuente, A., Guillamón, E., & Villares, A. (2011). Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 128(3), 674–678. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.085>
- Patiño, K. (2020). *EVALUACIÓN DE LA INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DE FITOPLANCTON POR PAJA DE CEBADA Hordeum vulgare EN EL LAGO YAHUARCOCHA* [Proyecto de titulación, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/10483/2/03%20RNR%20357%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Piña-Guzmán, A. B., Nieto-Monteros, D. A., & Robles-Martínez, F. (2016). Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(Residuos sólidos), 141–151. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.05.10>
- Pineda, J., Duarte, A., & Ponce, C. (2016). *Pleurotus ostreatus: guía de producción artesanal* (1st ed.). Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA). <https://www.researchgate.net/publication/307858229>
- Piñeros-Castro, Y. (2014). *Aprovechamiento de biomasa lignocelulósica, algunas experiencias de investigación en Colombia*. Universidad Jorge Tadeo Lozano. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2rcnqc5>
- Pokhrel, C. P., Kalyan, N., Budathoki Usha, & Yadav, R. K. P. (2013). Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* using different agricultural residues. *International Journal of Agricultural*

*Policy and Research*, 1(2), 019–023. <https://journalissues.org/ibme/wp-content/uploads/2014/07/Pokhrel-et-al.pdf>

- Quintana Zamora, J. G., Taranto Moreira, F. E., Moreria Menéndez, M. C., & Parrales Gallo, M. A. (2022). Producción del *Pleurotus ostreatus* utilizando cáscaras de maíz y leguminosas. *Ciencia y Tecnología*, 15(2), 14–19. <https://doi.org/10.18779/cyt.v15i2.578>
- Ramírez, J. N., Callejas, A. M., & Bermúdez, B. (2017). Evaluación de la incorporación de albúmina y huevo deshidratado en un derivado cárnico crudo (hamburguesa), analizando sus propiedades tecnológicas, nutricionales y sensoriales. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería ACOFI*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/659>
- Ramos, I. (2017). Caracterización química de tres residuos lignocelulósicos generados en la región del Cantón Alausí. *Rev. Del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*, 20(40), 80–85. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14393/12728>
- Ramos, N. (2018). *Producción de tres especies de Pleurotus spp (P. ostreatus, P. djamor y P. eryngii) utilizando diferentes sustratos, en el Centro Agronómico K'ayra – San Jerónimo – Cusco* [Proyecto de titulación, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3771>
- Rampinelli, J. R., Silveira, M. L. L., Gern, R. M. M., Furlan, S. A., Ninow, J. L., & Wisbeck, E. (2010). Nutritional value of *Pleurotus djamor* cultivated in banana straw. *Alimentos e Nutrição*, 21(2), 197–202. <https://www.researchgate.net/publication/49600231>
- Reinoso, B. (2015). *Diseño de un fermentador de bandejas a escala piloto para la producción de enzimas con actividad ligninolítica y celulolítica a partir del hongo Phanerochaete chrysosporium mediante fermentación en medio sólido en aserrín de Eucalipto* [Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Químico, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10587>
- Restrepo-Sánchez, D.-C., Narváez-Cuenca, C.-E., & Restrepo-Sánchez, L.-P. (2009). Extracción de compuestos con actividad antioxidante de frutos de guayaba cultivada en Vélez-Santander, Colombia. *Química Nova*, 32(6), 1517–1522. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000600030>
- Riera, M. A., & Palma, R. R. (2018). Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador. *Avances En Química*, 13(3), 69–73.
- Rojas, L. (2020). *Crecimiento y producción del hongo negro (Lentinula edodes Pegler) en cuatro tipos de sustratos de Pinus patula y Eucalyptus globulus en Cajamarca - Perú* [Proyecto de Titulación, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4030>
- Rojas-Molina, J. O., Pino, J. A., Cevallos-Carvajal, E. R., Zambrano-Ochoa, Z. E., Vacacastro, C. E., Molina-Borja, F. A., & Mena-Herrera, K. E. (2024). Essential oil of

- Minthostachys mollis[HBK] Griseb. leaves from Ecuador: Extraction, chemical composition, antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 23(3), 437–447. <https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.3.30>
- Palomino, R. (2024). *Determinación de parámetros productivos en engorde de cabras machos criollos (Capra hircus) con tres programas de alimentación* [Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias, Mención Salud y Producción Animal y, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6582>
- Romero-Sáez, M. (2022). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. *TecnoLógicas*, 25(54), e2505. <https://doi.org/10.22430/22565337.2505>
- Rosales-López, C. (2019). Otro uso importante de los hongos. *Revista Tecnología En Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i2.4351>
- Ruilova Cueva, M. B., & Hernández Monzón, A. (2014). Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 48, 54–59. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223131337008.pdf>
- Saavedra, G., & Kehr, E. (2022). Arveja Verde . In *Manejo y especies aptas para la agroindustria en la Región de La Araucanía* (pp. 97–120). Boletín INIA. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68961>
- Salas, J. (2019). *Productividad de Pleurotus djamor (rumph. ex fr.) boedijn usando como sustratos cáscara de café y paja de arroz suplementados con maíz molido* [Proyecto de titulación, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1796>
- Salazar-López, N. J., Enríquez-Valencia, S. A., Zuñiga-Martínez, B. S., & González-Aguilar, G. A. (2023). Residuos agroindustriales como fuente de nutrientes y compuestos fenólicos. *EPISTEMUS*, 17(34). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.265>
- Salcedo Gómez, R., Ávila García, A. E., Díaz Izabal, A., & Osnaya Vargas, G. (2024). Uso del Lirio Acuático (*Eichhornia crassipes*) como Alternativa en la Generación de Bioplásticos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 9621–9637. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.10285](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10285)
- Sallam, S. M. A. H., Bueno, I. C. da S., Godoy, P. B., Nozella, E. F., Vitti, D. M. S. S., & Abdalla, A. L. (2010). Ruminant fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12, 1–10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93913074001>
- Salmones, D. (2017). *Pleurotus djamor*, un hongo con potencial aplicación biotecnológica para el neotrópico. *Revista Mexicana de Micología*, 46, 73–85. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88355481010>

- Salmones, D., Mestizo Valdéz, L., & Gaitán--Hernández, R. (2004). Entrecruzamiento y evaluación de la producción de las variedades de *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn. *Revista Mexicana de Micología*, 18, 21–26. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88318005>
- Salmones Dulce, Gaitán-Hernández Rigoberto, Pérez Rosalía, & Guzmán Gastón. (1997). Estudios sobre el género *Pleurotus*. VIII. Interacción entre crecimiento micelial y productividad. *Rev Iberoam Micol*, 173–176. <https://reviberoammicol.com/1997-14/173176.pdf>
- Sánchez, A., Ysunza, F., Beltrán-García, M. J., & Esqueda, M. (2002). Biodegradation of Viticulture Wastes by *Pleurotus*: A Source of Microbial and Human Food and Its Potential Use in Animal Feeding. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(9), 2537–2542. <https://doi.org/10.1021/jf011308s>
- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(5), 1321–1337. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>
- Sánchez, J. E., & Royse, D. J. (2017). *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales medicinales de las setas pleurotus spp* (Primera). ECOSUR.
- Sánchez, M., & Sepiarsky Fernando. (2008, November). TECNOLOGÍA DE LA MADERA DE EUCALIPTOS COLORADOS: propiedades, usos, posibilidades. *Programa de Producción Forestal*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2327/1/14432031208093638.pdf>
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. *BioTecnología*, 46(2), 14–46. [https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista\\_2012\\_V16\\_n2.pdf](https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista_2012_V16_n2.pdf)
- Serna-Díaz, M. G., Mercado-Flores, Y., Jiménez-González, A., Anducho-Reyes, M. A., Medina-Marín, J., Seck Tuoh-Mora, J. C., & Téllez-Jurado, A. (2020). Use of barley straw as a support for the production of conidiospores of *Trichoderma harzianum*. *Biotechnology Reports*, 26, e00445. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00445>
- Shevale, S. B., & Deshmukh, H. V. (2016). Yield performance and nutritional analysis of *Pleurotus* species on different agro wastes and vegetable wastes. *International Journal of Plant Protection*, 9(1), 162–167. <https://doi.org/10.15740/HAS/IJPP/9.1/162-167>
- Silva, R., Fritz, C., Cubillos, J., & Díaz, M. (2010). *Manual para la producción de hongos comestibles (Shiitake)*. <https://www.researchgate.net/publication/353808137>
- Solíz, M. F., Durango, J. S., Solano, J. L., & Yépez, M. A. (2020). *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador* (María Fernanda Solíz Torres, Ed.). <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Cartograf%C3%ADa-residuos-s%C3%B3lidos-Ecuador-2020.pdf>
- Tinoco, J. X. (2022). *Evaluación de la desinfección y eficiencia de sustrato para la producción del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B) con residuos agro forestales en San José de*

*Chaltura* [Universidad Técnica el Norte].  
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12154>

- Tisdale, T. E., Miyasaka, S. C., & Hemmes, D. E. (2006). Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(3), 201–206. <https://doi.org/10.1007/s11274-005-9020-5>
- Tituaña Armas, M. L., & Nicolalde Paredes, L. U. (2019). Aprovechamiento de plantaciones forestales en Imbabura, Ecuador. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 8(2), 98–106. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v08n02ep01-0110>
- Vanathi, P., Panneer Selvam, A., & Bakiya Lakshmi, S. V. (2023). Nutritional Analysis of Cultivated Mushrooms in *Pleurotus florida* and *Pleurotus djamor*. *Indian Journal of Natural Sciences*, 14(80), 62170–62177. <https://www.researchgate.net/publication/378964040>
- Vargas Corredor, Y. A., & Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 59–72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2). <https://doi.org/10.22579/20112629.575>
- Varnero, M. T., Quiroz, M. S., & Álvarez, C. H. (2010). Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Información Tecnológica*, 21(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-07642010000200003>
- Vásquez, D. I. (2022). *Producción de hongos gourmet (pleurotus ostreatus jacq.) mediante el aprovechamiento residuos lignocelulósicos en la Granja Experimental La Pradera* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12153>
- Vega, A., De León, J. A., Miranda, S., & Reyes, S. M. (2022). Agro-industrial waste improves the nutritional and antioxidant profile of *Pleurotus djamor*. *Cleaner Waste Systems*, 2, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100018>
- Villar, L. M. (2021). *Sustratos provenientes de residuos agrícolas en la producción del hongo comestible Pleurotus djamor (Fr.) Boedijn En Tingo María* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1985>
- Yuan, Z. Y., & Chen, H. Y. H. (2012). A global analysis of fine root production as affected by soil nitrogen and phosphorus. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1743), 3796–3802. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.0955>
- Yugsi, L. (2011). *Elaboración y Usos de Abonos Orgánicos. Módulos de Capacitación para Capacitadores*. (Fausto Merino & Andrés Eras, Eds.). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/95>

Zhou, Q., Han, F., Arnold, R., Yaojian Xie, & Chen, S. (2011). Energy and material characteristics of different component tissues of eucalyptus urophylla &#x00D7; grandis. *2011 International Conference on Materials for Renewable Energy & Environment*, 469–474. <https://doi.org/10.1109/ICMREE.2011.5930854>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Adecuación del área para el cultivo de *Pleurotus djamor*.*



### Anexo 1

*Instalación de estanterías de melamina (etapa de incubación y etapa de fructificación)*





### Anexo 3

#### *Semilla micelial de hongo *Pleurotus djamor* y certificación de Autenticidad por INTIWASI*



Yo Andrés Salazar técnico de IntiWasi Productos Naturales. Certifico que el micelio entregado a la señorita Dayana Patricia Ayala Quishpe CI: 1727590307 corresponde a la cepa IW13 (*Pleurotus djamor*). La cual es una cepa que se garantiza su producción siempre y cuando se la maneje en condiciones adecuadas.



Firmado Electrónicamente

Andrés Salazar  
Lic. Ciencias Biológicas  
Técnico de Producción IntiWasi Productos Naturales.

### Anexo 4

#### *Medición de pH de los sustratos*



### Anexo 5

#### *Pasteurización por inmersión de los sustratos a utilizados (cáscara de arveja, paja de cebada y viruta de eucalipto)*



## Anexo 6

*Control del contenido de humedad de los sustratos después del escurrido (paja de cebada, cascara de arveja y viruta de eucalipto)*



## Anexo 7

*Inoculación de los sustratos*



**Anexo 8**

*Ubicación de unidades experimentales en las estanterías*

**Anexo 9**

*Estanterías cubiertas con cortinas plásticas negras en el periodo de incubación*

**Anexo 10**

*Unidades experimentales en la etapa de fructificación*



**Anexo 11**

*Aparición de primordios en los distintos sustratos*

**Anexos 12**

*Cuerpos fructíferos de *Pleurotus djamor* producidos en los diferentes sustratos*



## Anexo 13

### Operacionalización de variables

Tipo de variable	Denominación	Unidad de medida	Técnica y/o instrumento para obtener información	Frecuencia de observación y/o medida	Fórmula	Estudios relacionados
Dependiente	Eficiencia biológica	Porcentaje	Balanza analítica	Dos mediciones: Una al inicio y otra al final del proceso.	$\%EB = \frac{PFH (g)}{PSS (g)} * 100$	(Pokhrel et al., 2013)
Dependiente	Rendimiento	Porcentaje	Balanza analítica	Dos mediciones: Una al inicio y otra al final del proceso.	$\%R = \frac{PSH (g)}{PSS(g)} * 100$	Rios et al. (2010)
Dependiente	Contenido de nitrógeno	Porcentaje	Método de Kjeldahl	Dos mediciones: Una al inicio y otra al final del proceso.	-	-
Dependiente	Contenido de proteína	Porcentaje	Método AOAC 984.13	Al hongo.	-	-
Dependiente	Contenido de fibra		Método AOAC 962.09	Dos mediciones: Una al inicio y otra al final del proceso.	-	-
Dependiente	Capacidad antioxidante	Porcentaje	Método TEAC con radical ABTS	Al hongo.	-	-

Dependent e	Humedad	Porcentaj e	Método AOAC 925.10	Al hongo.	$\%H = \frac{(M1 - M2)}{M0} * 100$	(Cedeño-Sares et al., 2023)
Dependent e	Ceniza	Porcentaj e	Método AOAC 923.03	Al hongo.	$\%C = \frac{(B - C)}{A} \times 100$	(Ramírez et al., 2017)
Independie nte	Cantidad del sustrato	Porcentaj e	Balanza analítica	Una medición al inicio del proceso.	-	-
Independie nte	Tipo de sustrato	-	-	Una medición al inicio del proceso.	-	-

## Anexo 14

### Análisis del contenido de nitrógeno realizado a los residuos utilizados



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:  
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 71 -2023

#### DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Srtas: Dayana Ayala y Sofía Valencia
Atención:	Srta. Dayana Ayala
RUC/Ci:	1727590307
Dirección:	Particular
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura
Teléfono:	098575094
email:	<a href="mailto:dpayalaq@gmail.com">dpayalaq@gmail.com</a>

#### DATOS DE LA MUESTRA

Sustratos			
Tipo de muestra:	Sustratos	Descripción:	Sustrato secos, leñosos
Fecha de recepción:	13 de septiembre de 2023	Número de muestras:	6
Cantidad:	25 g c/u	Fecha de elaboración:	No aplica
Tipo de conservación:	No aplica	Lote:	No aplica
Tipo de envase:	Funda plástica	Fecha de caducidad:	No aplica
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestra:	Cliente

#### DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	13 de septiembre de 2023
Fecha de entrega informe:	19 de septiembre de 2023
Código Interno	No aplica

#### Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de Ensayo
		Aserrín de eucalipto	Bagaso de caña	Cáscara de arveja	
Nitrógeno total	%	0.22	0.43	2.27	Kjeldahl

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de Ensayo
		Pulpa de café	Tamo de cebada	Tusa de maíz	
Nitrógeno total	%	1.90	1.25	0.62	Kjeldahl

#### Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

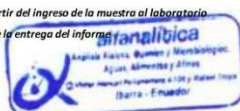
Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio.

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe.

Responsable:

Dra. Verónica Espinoza

Gerente



Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá. – Ibarra  
Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115  
e-mail: [alfanalitica@outlook.com](mailto:alfanalitica@outlook.com), [alfanalitica.ibarra@gmail.com](mailto:alfanalitica.ibarra@gmail.com)

**Anexo 15***Tabla ANOVA del Experimento para Eficiencia Biológica en los Diferentes Tratamientos.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	4024,11	6	670,69	23,275	<0,0001
Bloque	98,19	2	49,10	1,704	0,1876
Residuo	3154,03	1	3154,03	109,455	<0,0001
Proporcion en la mezcla	776,95	2	388,48	13,481	0,0014
Residuo*Proporcion en la mezcla	61,22	2	30,61	1,062	0,4154
Testigo vs Tratamientos	31,91	1	31,91	1,107	0,3105
Error	403,42	14	28,82		
<b>Total</b>	<b>8549,83</b>	<b>29</b>			

**Anexo 16***Resultados Test Tukey (0.05) para Eficiencia Biológica en los Diferentes Tratamientos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
PA3	81,75	3	2,91	A	
PA2	64,97	3	2,91	B	
PA1	63,26	3	2,91	B	C
C1	60,28	3	2,91	B	C
PV3	50,13	3	2,91		C D
PV2	41,79	3	2,91		D
PV1	38,64	3	2,91		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes  
( $p > 0,05$ )



**Anexo 172**

*Análisis de polinomios ortogonales para la proporción de la cascara de arveja en el sustrato*

Proporción de la						
mezcla	SC	gl	CM	F	p-valor	
Lineal	513,01		1	513,01	18,16	0,013
Cuadrático	113,6		1	113,6	4,02	0,1154
<b>Total</b>	626,61		2	313,3	11,09	0,0233

**Anexo 18**

*Análisis de polinomios ortogonales para la proporción de la viruta de eucalipto en el sustrato*

Proporción de la						
mezcla	SC	gl	CM	F	p-valor	
Lineal	198,15		1	198,15	6,34	0,0656
Cuadrático	13,42		1	13,42	0,43	0,5482
<b>Total</b>	211,56		2	105,78	3,38	0,1381

**Anexo 19***Tabla ANOVA del Experimento para Rendimiento en los Diferentes Tratamientos.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	56,11	6	9,35	25,47	<0,0001
Bloque	1,27	2	0,64	1,73	0,1813
Residuo	44,12	1	44,12	120,17	<0,0001
Proporción en la mezcla	9,48	2	4,74	12,91	0,0017
Residuo*Proporción en la mezcla	2,02	2	1,01	2,75	0,1302
Testigo vs Tratamientos	0,49	1	0,49	1,33	0,2655
Error	5,14	14	0,37		
<b>Total</b>	<b>118,63</b>	<b>29</b>			

**Anexo 20***Resultados Test Tukey (0.05) para Rendimientos en los Diferentes Tratamientos*

Tratamiento	Medias	n	E.E.				
PA3	9,42	3	0,35	A			
PA2	7,41	3	0,35		B		
PA1	7,03	3	0,35		B	C	
C1	5,95	3	0,35		B	C	D
PV3	5,34	3	0,35			C	D
PV2	4,81	3	0,35				D
PV1	4,32	3	0,35				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 21

## Análisis de fibra realizados a los sustratos antes y después del cultivo del hongo



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:  
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 98 -2023

## DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Dayana Ayala
Atención:	Srta. Dayana Ayala
RUC/Ci:	1727590307
Dirección:	-----
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura
Teléfono:	09 84575094
email:	<a href="mailto:dpayalag@gmail.com">dpayalag@gmail.com</a>

## DATOS DE LA MUESTRA

Residuos orgánicos secos: aserrín de eucalipto, paja de cebada, cáscara de arveja			
Tipo de muestra:	Sólidas	Descripción:	Residuos orgánicos secos
Fecha de recepción:	24 de noviembre de 2023	Número de muestras:	6
Cantidad:	25 g c/u	Fecha de elaboración:	No aplica
Tipo de conservación:	No aplica	Lote:	No aplica
Tipo de envase:	Funda plástica	Fecha de caducidad:	No aplica
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Cliente

## DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	24 de noviembre de 2023
Fecha de entrega informe:	4 de diciembre de 2023
Código Interno	No Aplica

## Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Muestra (antes crecimiento hongo)			Método de Ensayo
		Aserrín de eucalipto	Paja de cebada	Cáscara de arveja	
Fibra Total	%	55.20	31.50	42.74	AOAC962.09

Parámetro Analizado	Unidad	Muestra (luego crecimiento hongo)			Método de Ensayo
		Aserrín de eucalipto	Paja de cebada	Cáscara de arveja	
Fibra Total	%	53.46	20.44	13.17	AOAC962.09

## Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

*Verónica Espinoza*

Dra. Verónica Espinoza

Gerente



Alfanalítica S.A.S.

RUC: 1091796298001

Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya - Parque Boyacá. - Ibarra, Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115

e-mail: [alfanalitica@outlook.com](mailto:alfanalitica@outlook.com), [alfanalitica.ibarra@gmail.com](mailto:alfanalitica.ibarra@gmail.com)

## Anexo 22

Análisis de proteína del hongo *Pleurotus djamor*.

Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:  
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 96 -2023

## DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Dayana Ayala
Atención:	Srta. Dayana Ayala
RUC/Ci:	1727590307
Dirección:	-----
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura
Teléfono:	09 84575094
email:	dpayala@gmail.com

## DATOS DE LA MUESTRA

Hongo ostra rosado desecado			
Tipo de muestra:	Sólidas	Descripción:	Hongo desecado
Fecha de recepción:	24 de noviembre de 2023	Número de muestras:	1
Cantidad:	10 g	Fecha de elaboración:	No aplica
Tipo de conservación:	No aplica	Lote:	No aplica
Tipo de envase:	Funda plástica	Fecha de caducidad:	No aplica
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Cliente

## DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	24 de noviembre de 2023
Fecha de entrega informe:	01 de diciembre de 2023
Código Interno	No Aplica

## Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método de Ensayo
Proteína Total	%	22.63	AOAC 984.13

## Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

*Verónica Espinoza*  
Dra. Verónica Espinoza

Gerente



Alfanalítica S.A.S.

RUC: 1091796298001

Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá. – Ibarra, Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115

e-mail: [alfanalitica@outlook.com](mailto:alfanalitica@outlook.com), [alfanalitica.ibarra@gmail.com](mailto:alfanalitica.ibarra@gmail.com)

## Anexo 23

### Análisis de actividad antioxidante de *Pleurotus djamor*.

	<p style="text-align: center;">INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</p>		<p style="text-align: center;"><b>MC-LSAIA-2201</b> Rev. 9</p>
--	---	--	--

#### INFORME DE ENSAYO N°:23-0147

**\*\*NOMBRE DEL PETICIONARIO:** Srta. Dayana Ayala  
**\*\*DIRECCION:** Ibarra Imbabura  
**FECHA DE EMISION:** 07/12/2023  
**FECHA DE ANALISIS:** Del 29 de noviembre al 07 de diciembre del 2023  
**ANALISIS SOLICITADOS:** Capacidad Antioxidante

**\*\*INSTITUCION:** Particular  
**\*\*ATENCION:** Srta. Dayana Ayala  
**FECHA DE RECEPCION.:** 29/11/2023  
**HORA DE RECEPCION:** 9h35

RESULTADO DE ANÁLISIS						
ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Hongo Hostra Blanco	23-0954	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	16,28	%
HUMEDAD	Hongo Hostra Rosado	23-0955	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	13,77	%
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	Hongo Hostra Blanco	23-0954	ZAMBRANO et al (2020)	ABTS	335,97	µm Trolox/g
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	Hongo Hostra Rosado	23-0955	ZAMBRANO et al (2020)	ABTS	298,06	µm Trolox/g

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (Ω) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en éste documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en éste informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con \*\* son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

RESPONSABLES DEL INFORME	
<b>Nombre</b>	PhD. Iván Samaniego. MSc.
<b>Cargo</b>	RESPONSABLE DNC
<b>Firma</b>	
<b>Fecha</b>	2023-12-07