

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



**TEMA:**

**“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**

**AUTORA:**

**Abigail Alejandra Narvárez Narvárez**

**DIRECTOR:**

**Miguel Alejandro Gómez Cabezas**

**Ibarra, 2023**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN Y POSCOSECHA  
DEL HONGO OSTRA ROSADO (*Pleurotus djamor* B.) PIMAMPIRO,  
IMBABURA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación  
como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Miguel Gómez MSc.  
**DIRECTOR**



---

FIRMA

Lic. Ima Sánchez, MSc.  
**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA

Ing. Doris Chalampunte, PhD.  
**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA



# 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:	1003804042		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Narváz Narváz Abigail Alejandra		
DIRECCIÓN:	Pimampiro		
EMAIL:	<a href="mailto:aanarvaezn@utn.edu.ec">aanarvaezn@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELÉFONO MÓVIL:	099 399 9812

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de sustratos en la producción y poscosecha del hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor</i> B.) Pimampiro, Imbabura.
AUTOR:	Narváz Narváz Abigail Alejandra
FECHA DE APROBACIÓN:	19/07/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESORES DIRECTOR	Lic. Ima Sánchez MSc. e Ing. Doris Chalampunte PhD. Ing. Miguel Gómez MSc.

#### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 24 días del mes de julio de 2023

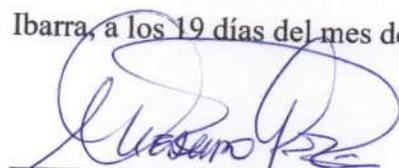
EL AUTOR:

Firma:   
Nombre: Abigail Alejandra Narváz Narváz

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Abigail Alejandra Narváez Narváez, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 19 días del mes de julio de 2023



Miguel Alejandro Gómez Cabezas  
DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 19 días del mes de julio de 2023

**Nombres y Apellidos:** Abigail Alejandra Narváez Narváez “EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN Y POSCOSECHA DEL HONGO OSTRA ROSADO (*Pleurotus djamor* B.) PIMAMPIRO, IMBABURA” / Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 19 días del mes de julio de 2023 57 páginas.

**DIRECTOR:** Miguel Alejandro Gómez Cabezas

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar sustratos en la producción y poscosecha del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor* B.) Pimampiro, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Comparar parámetros productivos utilizando sustratos para la obtención de setas de *Pleurotus djamor* B. Determinar la vida útil de setas comerciales de *Pleurotus djamor* B., en condiciones controladas de almacenamiento. Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.



.....  
**Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas MSc.**  
**Director de Trabajo de Grado**



.....  
**Abigail Alejandra Narváez Narváez**  
**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

GRACIAS, a mis padres Roberto y Mirian por estar conmigo aprendiendo de cada anécdota, disfrutando cada emoción y enfrentando cada obstáculo. Gracias por educarme con valores y con principios de nobleza que fueron claves en el desarrollo de una mejor autoestima y el ser consiente de mi valor humano.

GRACIAS, a mis hermanos Roberto y Miguel por el apoyo incondicional, siempre serán esas personas que estarán dispuestas a extenderme su mano cuando más lo necesite, lo cual lo considero de gran importancia en mi vida por ser y significar tanto para mí.

GRACIAS, a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación especialmente a los que me enseñaron mucho más que ciencia. Mil gracias a PhD. Julia Prado, PhD. Magali Cañarejo, PhD. Luis Moncayo, Lic. Marycita Robby, MSc. Miguel Gómez e Ing. Francisco Silva son y serán personas maravillosas.

Finalmente, quiero agradecerme a mí por creer y confiar en mí cuando nadie más lo hacía, por seguir adelante y nunca darme por vencida, por no perder el ánimo a pesar de los tiempos difíciles que tuve que enfrentar, por ser muy valiente, disciplinada, constante y apasionada de tomar la decisión de emprender y viajar sola. Hoy me agradezco, me valoro, me felicito y me enorgullezco por todo lo que he pasado y por todo lo que he conseguido a lo largo de este largo camino.

## **DEDICATORIA**

La presente investigación dedico con todo mi corazón a mis padres quienes fueron parte esencial en este proceso, por todos esos días de sacrificio, paciencia y constancia ahora puedo decir que están siendo recompensados de todo ese trabajo duro y de nunca haberse rendido.

Con amor, Abigail

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	15
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	17
1.4 OBJETIVOS .....	18
1.4.1 Objetivo general .....	18
1.4.2 Objetivos específicos .....	18
1.5 HIPÓTESIS.....	18
1.5.1 Hipótesis nula.....	18
1.5.2 Hipótesis alternativa.....	18
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>19</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1 GENERALIDADES DEL HONGO .....	19
2.1.1 Descripción del hongo .....	19
2.1.2 Taxonomía del hongo.....	19
2.1.3 Morfología del hongo.....	19
2.1.4 Fenología del hongo.....	20
2.1.5 Importancia del cultivo del hongo .....	21
2.1.6 Sustratos .....	22
2.1.7 Factores intrínsecos que influyen en la conservación de hongos ostra rosados ( <i>Pleurotus djamor</i> B.) .....	23
2.1.8 Plagas y enfermedades .....	24
2.1.9 Producción de hongos ostra rosados ( <i>Pleurotus djamor</i> B.).....	24
2.2. MARCO LEGAL.....	26
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>27</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>27</b>
3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	27
3.2 MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS .....	27
3.3 MÉTODOS .....	28
3.3.1 Fase productiva .....	28
3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO .....	30
3.4.1. Semilla o micelio .....	30
3.4.2 Recolección de sustratos .....	31
3.4.3 Desinfección de sustratos.....	31
3.4.4 Inoculación del sustrato .....	31
3.4.5 Incubación.....	32
3.4.6 Fructificación .....	32

3.4.7 Cosecha .....	33
3.3.2. Fase de poscosecha .....	33
3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO .....	36
3.4.1 Adquisición de bandejas biodegradables .....	36
3.4.2 Control de calidad .....	36
3.4.3 Empaque y almacenamiento .....	37
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>38</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
4.1. TIEMPO DE MICELIACIÓN .....	38
4.2. FORMACIÓN DE PRIMORDIOS.....	39
4.3. DÍAS A LA COSECHA .....	40
4.4. NÚMERO DE CARPÓFOROS.....	40
4.5. RENDIMIENTO .....	41
4.6. EFICIENCIA BIOLÓGICA (EB).....	42
4.7. DÍAS DE VIDA ÚTIL.....	43
4.8. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS .....	44
4.9. ANÁLISIS BENEFICIO COSTO .....	48
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>49</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	49
5.2. RECOMENDACIONES .....	49
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación taxonómica del hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor B.</i> ).....	19
<b>Tabla 2</b> Factores ambientales que influyen en cada etapa fisiológica del hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor B.</i> ).....	20
<b>Tabla 3</b> Requerimientos físicos para el cultivo de hongos ostra rosados ( <i>Pleurotus djamor B.</i> ).....	21
<b>Tabla 4</b> Contenido nutricional del hongo ostra rosado en 100 g de peso fresco.....	21
<b>Tabla 5</b> Propiedades medicinales de hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor B.</i> ).....	22
<b>Tabla 6</b> Componentes del sustrato utilizado en la investigación por bolsa de 2 kg.....	23
<b>Tabla 7</b> Comparación de análisis proximales (%) de los sustratos utilizados en la investigación.....	23
<b>Tabla 8</b> Factores intrínsecos que influyen en la conservación del hongo ostra rosados ( <i>Pleurotus djamor B.</i> ).....	24
<b>Tabla 9</b> Detalle de los materiales, equipos, insumos y herramientas.....	27
<b>Tabla 10</b> Factor estudiado con sus respectivos niveles de la fase productiva del experimento.....	28
<b>Tabla 11</b> Características del experimento en la fase productiva.....	28

<b>Tabla 12</b> <i>Características de la unidad experimental de la fase productiva</i> .....	29
<b>Tabla 13</b> <i>Esquema de ADEVA en Diseño Completamente al Azar (DCA)</i> .....	29
<b>Tabla 14</b> <i>Tratamientos de la fase de poscosecha del experimento</i> .....	34
<b>Tabla 15</b> <i>Características de experimento en la fase de poscosecha</i> .....	35
<b>Tabla 16</b> <i>Características de la unidad experimental de la fase de poscosecha</i> .....	35
<b>Tabla 17</b> <i>Esquema de ADEVA en Diseño por Bloques Completos e al Azar y parcelas divididas (DBCA y DA)</i> .....	35
<b>Tabla 18</b> <i>Escala de medición para las características organolépticas</i> .....	36
<b>Tabla 19</b> <i>Medias y errores estándares de la variable días a la cosecha bajo diferentes rastros</i> .....	40
<b>Tabla 20</b> <i>Medias y errores estándares de la variable número de carpóforos bajo diferentes rastros</i> .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Morfología del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.)</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Proceso de producción y poscosecha de Pleurotus djamor B.</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Ubicación del área de estudio</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Diseño experimental de la fase productiva de la investigación</i> .....	29
<b>Figura 5</b> <i>Micelio certificado con estándares de calidad y esterilidad</i> .....	31
<b>Figura 6</b> <i>Recolección y solarización de los diferentes rastros</i> .....	31
<b>Figura 7</b> <i>Desinfección, enfriamiento y escurrimiento de los sustratos</i> .....	31
<b>Figura 8</b> <i>Inoculación del micelio por capas en el rastrojo de fréjol y realización de perforaciones</i> .....	32
<b>Figura 9</b> <i>Miceliación en el rastrojo de arveja en el transcurso de los días</i> .....	32
<b>Figura 10</b> <i>Formación de primordios y carpóforos en el transcurso de los días en el rastrojo de fréjol</i> .....	32
<b>Figura 11</b> <i>Modelo de producción vertical utilizado en el cultivo de hongos ostras rosados</i> .....	33
<b>Figura 12</b> <i>Proceso de cosecha de los hongos ostra rosado</i> .....	33
<b>Figura 13</b> <i>Diseño experimental de la fase de poscosecha de la investigación</i> .....	34
<b>Figura 14</b> <i>Bandejas biodegradables de fibra de plátano</i> .....	36
<b>Figura 15</b> <i>Selección de las setas de mejor calidad</i> .....	37
<b>Figura 16</b> <i>Empaque y almacenamiento de hongos ostra rosados a diferentes temperaturas</i> .....	37
<b>Figura 17</b> <i>Días de miceliación del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.) en tres diferentes rastros</i> .....	38
<b>Figura 18</b> <i>Días a formación de primordios del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.) en tres diferentes rastros</i> .....	39

<b>Figura 19</b> Rendimiento (g) del hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor B.</i> ) en tres diferentes rastrojos.....	41
<b>Figura 20</b> Eficiencia biológica (%) del hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor B.</i> ) en tres diferentes rastrojos.....	42
<b>Figura 21</b> Días de vida útil del hongo ostra rosado ( <i>Pleurotus djamor B.</i> ) en tres diferentes rastrojos, en tres condiciones de almacenamiento.....	43
<b>Figura 22</b> Deterioro (%) de las características organolépticas de las setas obtenidas del rastrojo de fréjol a diferentes condiciones de almacenamiento a través de los días.....	45
<b>Figura 23</b> Deterioro (%) de las características organolépticas de las setas obtenidas del rastrojo de cebada a diferentes condiciones de almacenamiento a través de los días....	46
<b>Figura 24</b> Deterioro (%) de las características organolépticas de las setas obtenidas del rastrojo de arveja a diferentes condiciones de almacenamiento a través de los días.....	47
<b>Figura 25</b> Análisis de la relación beneficio costo del cultivo de <i>Pleurotus djamor B</i> ....	48

**“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN Y POSCOSECHA DEL HONGO OSTRA ROSADO (*Pleurotus djamor* B.) PIMAMPIRO, IMBABURA”**

Autor: Abigail Narváez

\*Universidad Técnica del Norte

Correo: aanarvaezn@utn.edu.ec

**RESUMEN**

El hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor* B.) es una fuente económica de proteína que crece a partir del aprovechamiento de los residuos agrícolas, agroindustriales y forestales. Por lo tanto, se llevó a cabo la evaluación del potencial de distintos residuos lignocelulósicos como los rastrojos de fréjol, arveja y cebada como sustratos para el cultivo de las setas. La investigación se desarrolló en dos fases: fase productiva y fase poscosecha. En la primera fase, se basó en un diseño completamente al azar (DCA); mientras que, en la fase de poscosecha se utilizó un diseño por bloques completos al azar con parcelas divididas (DBCA-PD). Las variables evaluadas fueron: tiempo de miceliación, formación de primordios, días a la cosecha, rendimiento, eficiencia biológica, número de carpóforos, días de vida útil, color, olor y textura y, la relación beneficio-costado de cada uno de los sustratos utilizados. Finalmente, el mejor sustrato para el crecimiento y producción de *Pleurotus djamor* B. fue el rastrojo de fréjol, permitiendo reducir los tiempos de miceliación, formación de primordios y cosecha. Asimismo, los hongos en este sustrato, presentaron mayor cantidad de carpóforos, rendimiento, eficiencia biológica y rentabilidad. Por otro lado, la vida útil de los hongos no fue alterada por los sustratos, aunque la temperatura sí fue un factor determinante, registrándose una menor vida útil debido a un severo deterioro en las características organolépticas a una temperatura de 20 °C. El trabajo de investigación sugiere enfocarse en técnicas de almacenamiento y procesamiento de setas para prolongar aún más la vida útil.

**Palabras clave:** miceliación, primordios, temperatura, olor, color, textura.

**"EVALUATION OF SUBSTRATES IN THE PRODUCTION AND  
POSTHARVESTING OF ROSE OSTRA FUNGUS (*Pleurotus djamor* B.)  
PIMAMPIRO, IMBABURA"**

Autor: Abigail Narváez  
\*Universidad Técnica del Norte  
Correo: aanarvaezn@utn.edu.ec

**ABSTRACT**

The pink oyster mushroom (*Pleurotus djamor* B.) is an economic source of protein grown from agricultural, agro-industrial and forestry residues. Therefore, the evaluation of the potential of different lignocellulosic residues such as bean, pea and barley stubble as substrates for mushroom cultivation was carried out. The research was carried out in two phases: production phase and post-harvest phase. The first phase was based on a completely randomized design (CRD), while the post-harvest phase was based on a randomized complete block design with divided plots (RCBD-PD). The variables evaluated were: myceliation time, primordium formation, days to harvest, yield, biological efficiency, number of carpophores, days of useful life, color, odor and texture, and the benefit-cost ratio of each of the substrates used. Finally, the best substrate for the growth and production of *Pleurotus djamor* B. was bean stubble, which reduced myceliation, primordium formation and harvesting times. Likewise, the fungi in this substrate presented a greater amount of carpophores, yield, biological efficiency and profitability. On the other hand, the shelf life of the fungi was not altered by the substrates, although temperature was a determining factor, registering a shorter shelf life due to a severe deterioration in the organoleptic characteristics at a temperature of 20 °C. The research work suggests focusing on mushroom storage and processing techniques to further prolong shelf life.

**Key words:** mycelia, primordia, temperature, odor, color, texture.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

Según Calero (2018) y Ruilova et al. (2020) el hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor* B.) pertenece a la clase de Basidiomycetes, especie gregaria o cespitosa que se considera una fuente económica de proteína que crece a partir del reciclaje de residuos orgánicos lignocelulósicos como: restos de maderas, rastrojo de maíz, fréjol, cebada, trigo, entre otras.

A nivel mundial, Castellanos et al. (2021) mencionaron que la producción de setas del género *Pleurotus* se posicionó en el tercer lugar con 11.8 millones de toneladas en 2019 generando más de 20 000 millones de dólares. A partir del 2014 los principales países productores fueron China, Japón, Estados Unidos, Europa y México debido a su tecnología de producción sencilla y de bajo costo (Hoa et al., 2015 y Royse y Zaki, 2017).

Según Romero et al. (2018) el consumo per cápita de setas a nivel mundial supera los 4.70 kg anuales. Adicionalmente, la Organización de las Naciones Unidas (FAO, 2017) acotó que el consumo de setas ha ido en aumento en un 3.8 % anualmente en vista de las nuevas tendencias de alimentación.

Por otra parte, Reinoso (2015) recalca que el uso de los residuos lignocelulósicos como sustrato en la producción de hongos ostras reduce el 25 % del impacto ambiental por su habilidad de colonizar el rastrojo y degradarlo. Adicionalmente, los sustratos recomendados a utilizar para la producción de setas son: paja de arroz, rastrojo de fréjol, arveja, paja de cebada, aserrín y residuos de caña de azúcar, mismos que tienen un alto contenido de carbono y nitrógeno, haciendo que los nutrientes se liberen rápidamente, en donde favorecen al crecimiento y calidad del hongo con el fin de obtener un producto de alto valor nutritivo y medicinal con buena digestibilidad ( $67.75 \pm 0.54$  %) (Cortés et al., 2011; Reyes et al., 2013; Hoa et al., 2015).

Con respecto a las investigaciones realizadas, Gavidia y León (2016) demostraron que el sustrato a base de vainas de arveja presentó mayor cantidad de bolsas viables obteniendo el periodo total de crecimiento entre los 40 y 43 días para la cosecha. Asimismo, Catucuamba (2013) encontró que el rastrojo de cebada resultó con mejores rendimientos en cuanto a peso neto fresco con 126.6 g por funda. Según Souza et al. (2003) el rastrojo de fréjol fue el mejor residuo para la producción de setas ya que presentó la mejor eficiencia biológica con 85.7 %.

A nivel institucional, Vásquez (2022) resaltó que el sustrato que contenía combinaciones iguales o mayores al 50 % de vainas de arveja se obtuvo una formación de primordios más acelerada. Además, Tinoco (2022) obtuvo el mejor resultado con el tipo de pasteurización por vapor y el sustrato de rastrojo de maíz con un rendimiento de 208.78 g por funda.

Por otra parte, Valencia (2020) destaca que la creciente demanda de alimentos frescos para el consumo inmediato significa mayores costos de almacenamiento, lo que involucra una pérdida de los productos que fácilmente son contaminados durante el transporte. Dicho esto, se ha optado por utilizar la técnica de refrigeración en empaques biodegradables elaborados a base de fibra de plátano ya que se convierte en una opción

amigable con el medio ambiente y con el producto debido a que brinda resistencia a la tracción, flexión y módulo de elasticidad minimizando los daños de las setas durante el transporte (Cifuentes, 2019).

Además, Cortés et al. (2011) establecieron que la calidad de las setas está determinada por distintos parámetros como el estado de desarrollo, las condiciones pre y poscosecha y el tipo de sustrato en el que están siendo cultivados. Además, las condiciones de almacenamiento resultan fundamentales para reducir el riesgo de proliferación de bacterias patógenas y prolongar la vida útil del producto conservando sus características organolépticas, por ende, la temperatura óptima de almacenamiento es de 4 a 7 °C durante 12 días (Chavarrías, 2014).

Cáceres (2017) determinó que las condiciones óptimas fueron de 4 °C con 2.5 % de cloruro de calcio hasta el día 11. Además, Valencia (2020) mostró que la aplicación de 0.225 KJ/m<sup>2</sup> de luz ultravioleta alargó hasta 5 días de vida útil conservándose la firmeza y olor del hongo, se redujo la activación micelial, pardeamiento y pérdida de peso. Mientras que, Barriga (2010) evaluó los métodos de conservación de corto periodo del hongo ostra en condiciones normales a 20 °C asegurando que la vida útil fue de cinco días los cuales se mantuvo el color y la textura.

## **1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Según Ruilova et al. (2020) las actividades agrícolas pueden generar grandes cantidades de residuos que se los destinan al campo agrícola para su combustión, en donde se liberan grandes cantidades de dióxido de carbono, en el cual representa un 3 % del total de emisiones de efecto invernadero a nivel mundial así causando problemas ambientales.

Según Reyes et. al. (2013) el 45 %, 43 % y 65 % representa el porcentaje de rastrojos por tonelada que se produce del cultivo de arveja, fréjol y cebada respectivamente que pueden ser aprovechadas para la producción de setas. Si los sustratos son provenientes de fumigaciones o de malos manejos, este puede contener sustancias antifisiológicas como: taninos, fenoles, ácidos, resinas, compuestos aromáticos, mismos que afectan el crecimiento y desarrollo del micelio (Catucuamba, 2013).

De la misma forma, el uso de empaques de poliestireno para el almacenamiento de los hongos ostra causan un grave impacto en el ecosistema por emitir tasas muy altas de gases de efecto invernadero cuando están expuestos al agua o aire (Hagelberg, 2019). Morán (2020) manifiesta que en el Ecuador se arroja al año 261 778 toneladas de plástico suave que prácticamente es imposible de reciclar, siendo Imbabura la provincia que más consume fundas y recipientes de plástico (12.82 %), los que se descomponen en un período de 100 a 500 años es por eso que se recomienda optar por productos más amigables con el medio ambiente.

Por otra parte, la tasa de respiración de las setas es alta oscilando entre los 200 - 500 mg kg<sup>-1</sup> h a 20 °C por lo que se requiere mecanismos de almacenamiento más selectivos para el mantenimiento de las características organolépticas y nutritivas ya que posee un alto contenido de humedad y se tornan susceptibles al ataque de microorganismos debido a su estructura epidérmica delgada y porosa, por lo que su vida útil es menor a 5 días (Cortés et. al., 2011).

Morales (2016) expuso que los cambios principales relacionados con el deterioro de las setas es el cambio de color causado por el oscurecimiento enzimático que se caracteriza por la aparición de manchas oscuras, la pérdida de textura por el crecimiento celular y la pérdida de agua, donde Ventura et al. (2011) mencionan que todos estos cambios afectan la calidad sensorial del producto.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Calero (2018) afirma que la producción de setas es una alternativa novedosa que combina la producción de alimentos ricos en proteínas con la reducción de la contaminación ambiental. Además, Reinoso (2015) menciona que la obtención de *Pleurotus* es rentable y de fácil implementación ya que necesita de pequeñas inversiones, se puede desarrollar a pequeña y gran escala logrando satisfacer las necesidades alimenticias de la población; de igual forma, crea fuentes de empleo.

Posteriormente, Aguilar (2023) señaló que los cambios hacia una alimentación más saludable llegan a optar por el consumo de proteína vegetal, en donde se estimó que en el 2022 los mercados globales de sustitutos de carne alcanzaron 5.8 miles de millones de dólares. Una de las alternativas de proteína vegetal son las setas gourmet ya que el contenido proteico es de buena calidad, debido a que, posee todos los aminoácidos esenciales donde equivale al doble de los vegetales excepto los guisantes y de cuatro a doce veces mayor al de las frutas, aunque es inferior al de carne, pescado, huevos y lácteos (Imbaquingo, 2012).

Por otra parte, Cruz et al. (2020) mencionan que los rastrojos de fréjol, arveja y paja de cebada son abundantes en la mayor parte del año siendo accesibles y baratos, son sustratos que están libres de factores que inhiben el crecimiento del hongo, poseen una buena capacidad de retención de agua y son resistentes a la compactación.

Según Morales (2016) la vida útil de los hongos ostra en el transcurso del almacenamiento se ve relacionado directamente con la calidad inicial, condiciones externas y los métodos de manipulación, por lo tanto, la refrigeración es una técnica de almacenamiento que prolonga la vida útil debido a que, disminuye el proceso de maduración y la velocidad de respiración haciendo que se conserven en condiciones aceptables durante un periodo más largo. Así, Ventura et al. (2011) acotaron que las bandejas biodegradables modifican el ambiente interno del producto de tal forma que reducen niveles de oxígeno generando una disminución proporcional en la intensidad respiratoria de las setas.

Desde otro punto de vista, Cifuentes (2019) define que el uso de bandejas biodegradables de fibra de plátano para el almacenamiento y conservación de las setas representa una opción de consumo de sustitutos del plástico, siendo un producto biodegradable de origen orgánico que ofrece las mismas características de los productos de poliestireno y puede llegar a degradarse de forma natural a los 60 días (Guerrón e Ibarra, 2012).

Este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de crear oportunidades de rédito económico para pequeños emprendedores por medio de la producción de hongos ostra rosados (*Pleurotus djamor* B.) con el aprovechamiento de los residuos

lignocelulósicos que se obtiene a partir de las actividades agrícolas, agroindustriales o forestales. Además, se promovió el uso de bandejas biodegradables a base de fibra de plátano para el almacenamiento de las setas con el fin de reducir la contaminación ambiental y garantizar la conservación de las características organolépticas del producto.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar sustratos en la producción y poscosecha del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor* B.) Pimampiro, Imbabura.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Comparar parámetros productivos utilizando sustratos para la obtención de setas de *Pleurotus djamor* B.
- Determinar la vida útil de setas comerciales de *Pleurotus djamor* B., en condiciones controladas de almacenamiento.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

## **1.5 HIPÓTESIS**

### **1.5.1 Hipótesis nula**

Los tratamientos de estudio no influyeron en el desarrollo productivo y de almacenamiento del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor* B.).

### **1.5.2 Hipótesis alternativa**

Al menos uno de los tratamientos fue eficiente para la producción comercial y almacenamiento del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor* B.).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 GENERALIDADES DEL HONGO

##### 2.1.1 Descripción del hongo

Según Galvis y Perea (2006) los hongos del género *Pleurotus* son conocidos como orellanas, setas u ostiones, organismos eucarióticos que carecen de clorofila que para Varnero et al. (2010) son una especie de gran versatilidad y adaptabilidad, toleran un rango amplio de temperaturas y son resistentes a plagas y enfermedades. Además, las setas son los principales descomponedores de materia orgánica y se los puede cultivar prácticamente sobre cualquier sustrato lignocelulósico como troncos, corteza o aserrín (Reinoso, 2015).

La palabra *Pleurotus* viene del griego “*pleuro*”, que significa formado lateralmente o en posición lateral, la palabra “*djamor*” del latín que quiere decir en forma de ostra y en este caso se refiere a la apariencia y al color rosado del cuerpo fructífero (Cáceres, 2017).

Además, las setas se consideran de gran interés mundial por sus propiedades nutricionales, medicinales, económicas y ecológicas (Aguilar, 2012). Algunos grupos indígenas atribuyen un total de 36 propiedades curativas, entre ellas, acciones anticólicas, cicatrizantes, digestivas, antiasmáticas, antiepilépticas y anticancerígenas (Imbaquingo, 2012).

##### 2.1.2 Taxonomía del hongo

En la tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor* B.)

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.)*

Taxonomía del hongo ostra rosado						
Categoría Taxonómica						
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Pleurotaceae	<i>Pleurotus</i>	<i>P. djamor</i> B.

Fuente: Cruz et al. (2020)

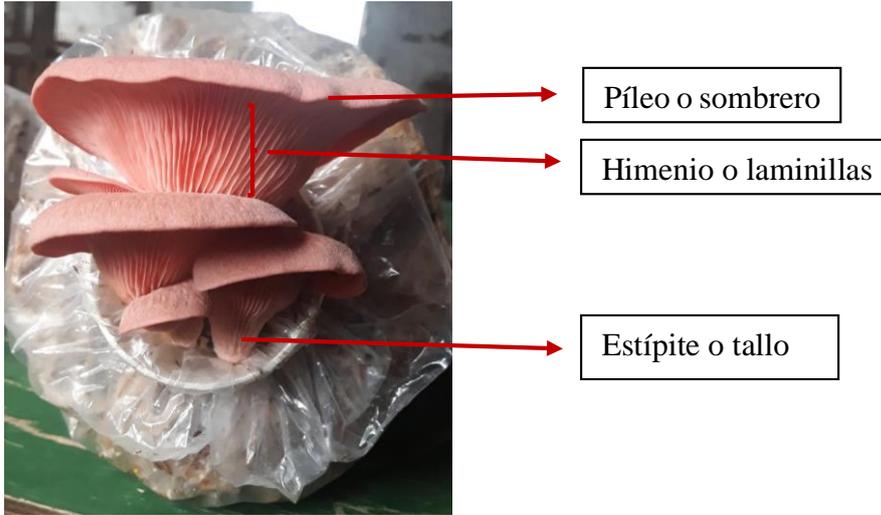
##### 2.1.3 Morfología del hongo

*Pleurotus djamor* B. está compuesto por filamentos largos y delgados denominados hifas, se rodean por una pared celular rígida de quitina y carbohidratos complejos. La ramificación y entrelazamiento de las hifas dan lugar al micelio que puede tener uno (monocariótico) o dos (dicariótico) núcleos (Cruz et al., 2020).

Calero (2018) expresa que, en los basidiomicetos, el esporóforo está formado por un pie o estípite que sostiene al píleo o sombrero, que en la parte inferior se encuentra el himenio o laminillas, estructuras foliáceas dispuestas de forma radiales del margen hacia el estípite, cubiertas de basidios en ambas caras. En el himenio se generan y liberan las esporas cuando el carpóforo ha madurado (Figura 1).

**Figura 1**

*Morfología del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.)*



### 2.1.4 Fenología del hongo

*2.1.4.1 Factores que influyen en el crecimiento, la fructificación y almacenamiento de Pleurotus djamor B.*

Las setas necesitan de ciertos factores o condiciones ambientales para que se desarrolle de forma adecuada como temperatura, pH, CO<sub>2</sub>, humedad relativa, luz y ventilación (Calero, 2018). En la tabla 2 se presenta los factores ambientales que influyen el crecimiento, fructificación y almacenamiento del hongo ostra rosado en donde si aumenta un 0.08 % baja el crecimiento de cuerpos fructíferos, pero si suben 0.15 % a 0.3 % la mortandad será más rápida en la producción en donde óptimo <0.07 %, si es mayor retrasa el crecimiento y si esta por 0.2 % muere el hongo.

**Tabla 2**

*Factores ambientales que influyen en cada etapa fisiológica del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.)*

<b>Fenología</b>	Germinación	Colonización de superficie	Formación de primordios	Fructificación	Poscosecha	Sustrato
<b>Factores</b>						
Temperatura	x	x	x		x	
pH	x	x	x			x
CO <sub>2</sub>	x	x			x	
Humedad relativa	x	x	x	x	x	
Luz	x	x	x	x		
Ventilación		x	x	x		

Fuente: France et al. (2000), López et al. (2008), Aguilar (2012) y Apaza (2017)

Además, en la tabla 3 se muestra las condiciones ambientales adecuadas para el cultivo del hongo ostra rosado en cada una de las etapas fenológicas para obtener una mejor productividad y eficiencia del mismo.

**Tabla 3***Requerimientos físicos para el cultivo de hongos ostra rosados (Pleurotus djamor B.)*

Fenología	Día	Temperatura (°C)	Humedad (%)	pH	Aireación	Luz relativa (lux)	CO <sub>2</sub> (ppm)
Germinación	1-5	22 – 26	60	5.5 a 7.0	N/A	0	-
Colonización de superficie	4-12	22 – 26	75	5.5 a 7.0	10 min/ 12 h	0	-
Invasión	12-20	20 – 24	85	5.5 a 7.0	1 h/ 8 h	0	-
Formación de primordios	20-24	18 – 22	80	5.5 a 7.0	Permanente 300	400	1.100
Fructificación	24-30	20 – 24	80 – 90	5.5 a 7.0	Permanente 1200 a 1300	800-1500	1.500-2.000
Poscosecha	30-34	4 – 6	60	5.5 a 7.0	-	0	-

Fuente: France et al. (2000), López et al. (2008) y Aguilar (2012)

### 2.1.5 Importancia del cultivo del hongo

#### 2.1.5.1 Propiedades nutricionales

Se lo denomina “bistec vegetal” por su alto contenido de proteína asimilable y por sus características organolépticas (Galvis y Perea, 2006). Además, según Salmones (2017) contiene tiamina (vitamina B), riboflabina (vitamina B2), piridoxina (B6), ácido pantoteico, biotina, ácido fólico, nicotinamida, ácido ascórbico (vitamina C) y ergosteína (provitamina D) y minerales como fósforo, hierro, calcio y potasio. En la tabla 4 se muestra en contenido nutricional de *Pleurotus djamor B.*

**Tabla 4***Contenido nutricional del hongo ostra rosado en 100 g de peso fresco*

Componente	Valor %
Proteína	39
Fibra cruda	7.5
Ceniza	9.5
Grasa	1
Humedad	92.2
Materia seca	7.8
Nitrógeno total	2.4
Calcio	33 mg
Fósforo	1.34 mg
Potasio	3793 mg
Hierro	15.20 mg
Ácido ascórbico Vit. C	90 – 144 mg
Tiamina Vit. B1	1.16 - 4.8 mg
Niacina Vit. B5	46 - 108.7 mg
Ácido fólico	65 mg

Fuente: Galvis y Perea (2006)

#### 2.1.5.2 Propiedades medicinales

Galvis y Perea (2006) mencionaron que las propiedades medicinales que poseen los hongos ostra tienen:

**Efectos antitumorales:** contienen cantidades importantes de polisacáridos de estructura molecular compleja que actúan como potenciadores de las células de defensa

capaces de retardar y disminuir el tamaño de tumores sin ocasionar efectos colaterales al paciente.

**Efectos antivirales:** en el micelio existe una mezcla de diferentes polisacáridos de bajo peso molecular que contienen citoquinina, similares a fitohormonas con efectos antivirales.

**Efecto antiaterogénico:** el consumo frecuente de hongos disminuye el nivel de ácidos grasos en la sangre y el colesterol en el hígado, aumentando la relación fosfolípidos-colesterol previniendo el endurecimiento de las arterias (enfermedades cardiovasculares).

**Efecto hepatoprotector:** en ratas de laboratorio se demostró que lograron bajar los niveles de colesterol y triglicéridos en un 65 – 80 % y una protección de la estructura hepática de hasta el 40 %.

En la tabla 5 se observan las propiedades medicinales del hongo ostra rosado observados en diferentes extractos bioactivos.

**Tabla 5**

*Propiedades medicinales de hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.)*

Propiedad	Extracto Bioactivo Estudiado				
	Micelial	Metanólico	Etil/Acetato	Etanólico	Hexano
Antibacteriana	x		x	x	
Antioxidante		x		x	x
Antifúngica				x	
Hepaprotectora	x				
Antidiabética	x				
Inmunomoduladora		x			
Antioxidante		x			x
Anticancerígena	x	x		x	
Antiparasitaria				x	x
Antiinflamatoria		x			
Antiviral		x			
Antilipidémica		x			

Fuente: Salmenes (2017)

### 2.1.6 Sustratos

Para seleccionar un sustrato hay que tener en cuenta el contenido de cera y la disponibilidad del rastrojo en la zona (Oropeza, 2017). Campos (1991) deduce que los rastrojos deben ser altamente fibrosos constituidos por celulosa, hemicelulosa y lignina que para alcanzar la proporción óptima de C/N (30 a 300) se añade fuentes nitrógeno como harina de soya, salvado de trigo y arroz.

Por otra parte, Garzón y Cuervo (2008) recomiendan que la concentración final de nitrógeno en el sustrato debe estar en un intervalo de 0.6 a 1.5 %. Asimismo, los sustratos deben tener una capacidad de retención de humedad entre el 70 y 80 % para un desarrollo óptimo. El pH debe ser ligeramente ácido o neutro de 6 a 7 en donde se puede controlar con la adición de carbonato de calcio de 2 a 4 % por kilo del sustrato (Oropeza, 2017). En otra instancia, la granulación del sustrato debe permitir una circulación de aire de 15 a 35 % y una circulación de agua de 20 a 60 % en relación al volumen total (Martínez, 2017). A continuación, en la tabla 6 se muestran los componentes que se utilizaron en el sustrato.

**Tabla 6***Componentes del sustrato utilizado en la investigación por bolsa de 2 kg*

<b>Componente</b>	<b>Dosis</b>
Rastrojo de fréjol/ Rastrojo de arveja/ Paja de cebada	2000 g
Micelio (semilla)	100 g
Aditivos: Cal y yeso	20 g

#### 2.1.6.1 Rastrojo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Espinoza (2017) indica que en las provincias de Imbabura y Carchi predominan la producción de fréjol. Esta leguminosa es fuente de proteínas, hierro vegetal, fibra, ácido fólico, tiamina, potasio, magnesio y zinc (Rodríguez y Fernández, 2003). También posee 1.8 % de grasas y 61.5 % de hidratos de carbono (Gavidia y León, 2016) y es una fuente natural rica y concentrada de nitrógeno de rápida fermentación haciéndolo más digerible (Calva, 2018).

#### 2.1.6.2 Rastrojo de arveja (*Pisum sativa* L.)

Pinto (2013) encontró que la arveja es rica en proteínas y carbohidratos, siendo baja en grasa y buena fuente de fibra, vitaminas y minerales que se cosecha en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua. Gavidia y León (2016) señalaron que el rastrojo de arveja es un residuo lignocelulósico que posee 15.1 % de lignina, 44.9 % de celulosa y 28.4 % de hemicelulosa, 0.4 % de grasas y 14.4 % hidratos de carbono.

#### 2.1.6.3 Paja de cebada (*Hordeum vulgare* L.)

En Ecuador se producen 24 000 t/año de cebada, el 40 % se usa para la alimentación animal y humana (Lema et al., 2017). Por otro lado, Patiño (2020) expuso que la paja de cebada tiene un alto contenido de lignina y bajo contenido de fósforo.

En la tabla 7 se presenta una comparación de la composición nutricional (%) de los sustratos utilizados en la investigación.

**Tabla 7***Comparación de análisis proximales (%) de los sustratos utilizados en la investigación*

<b>Componentes</b>	<b>Rastrojo de fréjol</b>	<b>Rastrojo de arveja</b>	<b>Paja de cebada</b>
Humedad (%)	14.03	12	13.81
Cenizas (%)	3.3	3.4	9.75
Extracto etéreo (%)	1.8	0.4	1.27
Nitrógeno(%)	3.5	3	0.84
Fibra (%)	27	5.5	51.89
Celulosa (%)	31	44.9	47.14
Lignina (%)	15.1	10.53	9.3
Hemicelulosa (%)	23	28.4	21.35
Hidratos de carbono (%)	61.5	14.4	82.3

Fuente: Pinto (2013), Ruilova y Hernández (2014) y Gavidia y León (2016)

#### 2.1.7 Factores intrínsecos que influyen en la conservación de hongos ostra rosados (*Pleurotus djamor* B.)

Los factores intrínsecos se refieren a las propiedades del producto final tales como: pH, actividad de agua, acidez total, entre otras tal y como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Factores intrínsecos que influyen en la conservación del hongo ostra rosados (Pleurotus djamor B.)*

<b>Factor</b>	<b>Valor</b>	<b>Influencia</b>
pH	5 a 7	Pardeamiento enzimático por la degradación de vitaminas y nutrientes.
Tensión	2 atm	Textura: distorsiones permanentes en las células debido a la gelatinización del almidón y cristalización de la celulosa.
Actividad de agua (aw)	0.5-1	Importante para las diferentes reacciones químicas y bioquímicas que afecta en la estabilidad.

Fuente: Cáceres (2017)

### **2.1.8 Plagas y enfermedades**

#### *2.1.8.1 Plagas*

Al brotar los primordios expulsan un intenso olor (parecido al de anís dulce) que resulta irresistible para mosquitos (*Drosophila melanogster* M.), cochinillas (*Armadillidium vulgare* L.) y babosas (*Deroceras reticulatum* O.F.Müll) que pueden resultar devastadores (Flores, 2017).

#### *2.1.8.2 Enfermedades*

La humedad excesiva, el calor y una escasa ventilación hace que los píleos se tornen de color amarillo, anaranjado o café provocando la pudrición y un mal olor. Generalmente aparecen en la fase de incubación por un mal manejo de desinfección como *Penicillium notatum* L., *Trichoderma harzianum* R., *Aspergillus neurospora* F., *Mycogone rosea* L. y *Coprinus comatus* O.F.Müll; las *Pseudomonas aeruginosa* S. causan manchas en los cuerpos fructíferos (Gaitán et al., 2006). Según Romero et al. (2009) *Trichoderma* spp., ha demostrado tener gran agresividad con el cultivo de hongos ostra causando pérdidas productivas del 30 a 100 %).

### **2.1.9 Producción de hongos ostra rosados (Pleurotus djamor B.)**

La producción de hongos ostra rosados es una serie de acontecimientos que se llevan a cabo desde su siembra hasta el almacenamiento, asegurando que el producto que llegue en mejores condiciones que garanticen su calidad.

#### *2.1.9.1 Preparación de los sustratos*

Es un proceso que elimina impurezas como polvo, restos de rastrojos ajenos e insectos no deseados (Flores, 2017). Los rastrojos a utilizar como sustrato deben tener un tamaño de 2.5 a 5 cm con el fin de aumentar la superficie de contacto, mejorar la estructura física del sustrato, facilitar la circulación del agua y aire, mejorando la acción enzimática del hongo y beneficiar la invasión micelial (Martínez, 2017).

#### *2.1.9.2 Pasteurización*

Según Flores (2017) este es un proceso térmico con el fin de eliminar microorganismos que compitan con las setas por espacio y nutrientes. El tiempo de pasteurización por sumersión en agua caliente es de 1 hora a 72 °C. aunque se pueden realizar estudios para determinar en dependencia del sustrato el tiempo de pasteurización que lleva cada uno de ellos.

### *2.1.9.3 Inoculación o siembra*

Gaitán et al. (2006) indicó que la siembra inicia cuando el sustrato se enfría a la temperatura de 30 °C. En bolsas de plástico transparentes y nuevas se intercala capas alternas uniformes de sustrato y semilla, la cantidad de semilla puede variar entre 0.8 y 15 % del peso húmedo del sustrato (Catucuamba, 2013).

### *2.1.9.4 Incubación o colonización*

Las bolsas cerradas se colocan en un cuarto limpio de preferencia oscuro y con temperatura entre 25 a 28 °C hasta que el micelio cubra todo el sustrato, al día siguiente se realizan pequeñas perforaciones para favorecer la oxigenación y el intercambio de gases (Gaitán et al., 2006).

### *2.1.9.5 Producción o fructificación*

Según Gaitán et al. (2006) una vez que el micelio cubra todo el sustrato, las bolsas se ubican en un lugar con iluminación para estimular la formación de primordios, mismos que requieren en promedio una semana para llegar a ser hongos adultos, pero para su brote de forma adecuada los orificios deben tener una abertura de 5 cm (Flores, 2017).

### *2.1.9.6 Cosecha*

Flores (2017) comentó que la cosecha se la realiza de forma manual cuando el sombrero se observe compacto, turgente, no flácido y antes de que sus orillas se enrollen hacia arriba, se puede realizar de forma individual con ayuda de un estilete o en ramilletes tomando desde la base de la colonia con movimientos de arriba hacia abajo hasta separarlo del sustrato. La mejor talla para comercializar la seta es de 10 a 14 cm (France et al., 2000).

### *2.1.9.7 Envasado y embalaje de los hongos*

France et al. (2000) señalaron que el embalaje de los sombreros de los hongos se debe colocar con las laminillas hacia arriba para evitar que caigan esporas y que los que se encuentran en la parte inferior se manchen, además recomiendan bandejas de fibra de plátano con permeabilidad selectiva: espesor (13  $\mu$ ), permeabilidad al vapor de agua (150 g/ m/ 24 h), permeabilidad al O<sub>2</sub> de 13 000 cm<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup>/ 24 h y de permeabilidad al CO<sub>2</sub> de 8 000 cm<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup>/ 24 h.

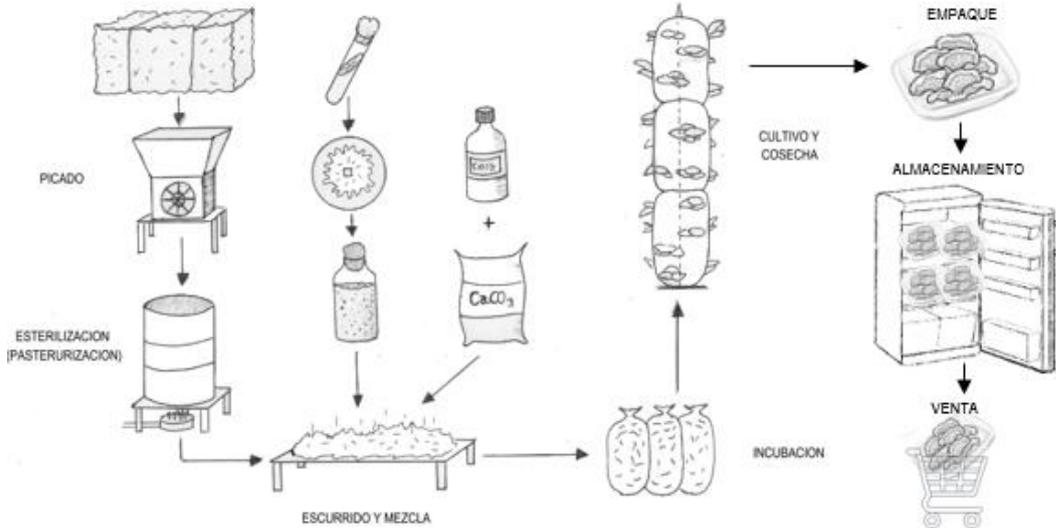
### *2.1.9.8 Almacenamiento*

Los hongos deben almacenarse durante 1 a 2 semanas en un lugar limpio, refrigerado, ventilado con 85 % de humedad a una temperatura de 0 a 5 °C que disponga de 0 a 15 % de contenido de CO<sub>2</sub> (France et al., 2000).

A continuación, en la figura 2 se detalla la serie de acontecimientos que suceden en el proceso desde la producción y poscosecha hasta la comercialización del hongo ostra rosado. Un punto en tomar en cuenta en el almacenamiento es evitar en lo máximo posible una sobre manipulación del producto con el fin de causar menos daños mecánicos en el mismo.

**Figura 2**

*Proceso de producción y poscosecha de Pleurotus djamor B.*



Fuente: Ardón (2007)

## 2.2. MARCO LEGAL

Con el propósito de cumplir con ciertos objetivos expuestos en el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 se especifican los siguientes; Objetivo 1: La producción de setas crea nuevas oportunidades dignas de empleabilidad ya que proporcionan a las personas una mayor estabilidad económica y social.

Objetivo 3: Al promover la optimización de recursos, la reducción de materias primas y el aprovechamiento de los residuos en los sectores agrícolas e industriales en la producción de hongos ostra se impulsa a mejorar la productividad y competitividad generando actividades sostenibles que a su vez contribuye a la soberanía y seguridad alimentaria por su excelente contenido nutricional.

Objetivo 12: Implementar acciones de mitigación al cambio climático como el uso de bandejas biodegradables o el uso de residuos agrícolas incentiva a la creación de nuevas tecnologías en donde permite la recuperación de ecosistemas, disminuye la contaminación y la presión sobre los recursos naturales e hídricos.

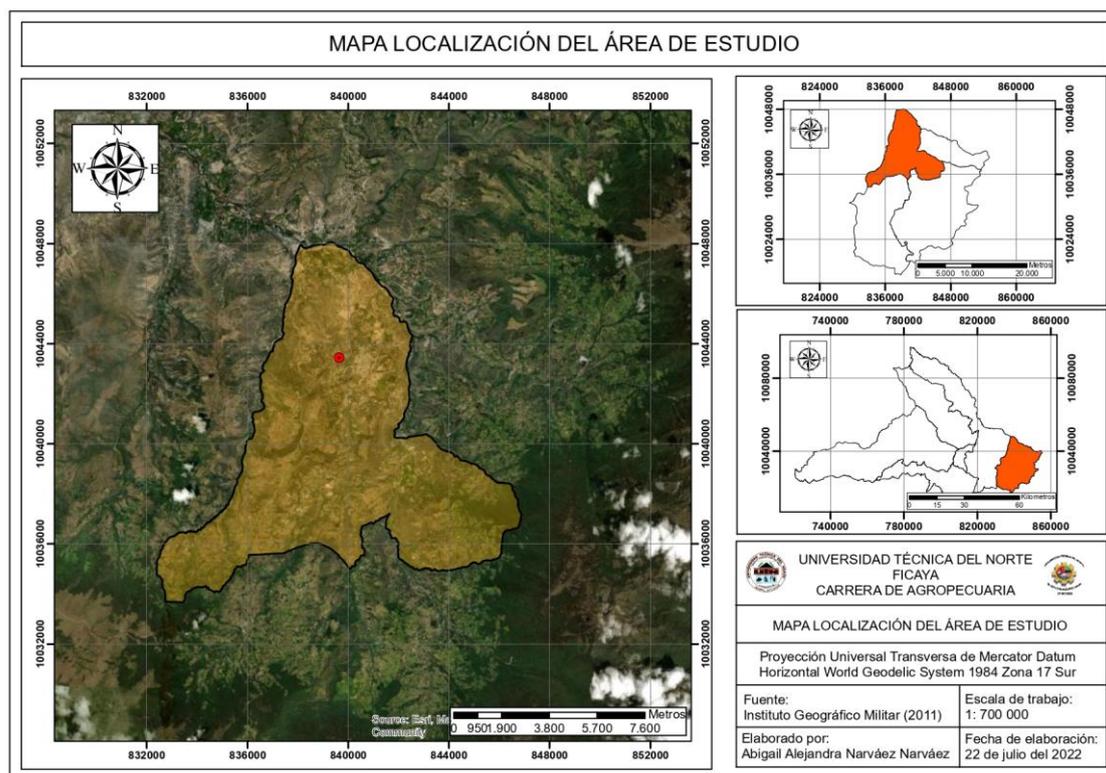
# CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

## 3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el Barrio El Mirador del cantón Pimampiro, provincia de Imbabura, ubicado a una altitud de 2 440 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 15 °C a 16 °C y una precipitación de 250 mm a 1 000 mm al año (Figura 3).

**Figura 3**

*Ubicación del área de estudio*



## 3.2 MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS

En la tabla 9 se muestran los materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en el presente trabajo investigativo.

**Tabla 9**

*Detalle de los materiales, equipos, insumos y herramientas*

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Fundas de polipropileno	1 higrómetro	Micelio de hongos	Martillo
Bandejas biodegradables	Balanza analítica marca	ostra rosado	Tijera
Plástico film	Camry modelo EK3650	( <i>Pleurotus djamor</i> B.)	Bisturí
Tanque de pasteurización	Computadora	Materia prima:	Sierra
Atomizador	Impresora	rastrojo de fréjol,	Jeringa de 10 ml
Tubo PVC de 3 pulgadas	Neveras	cebada y arveja.	Ligas (Bandas
Libro de campo		Alcohol 70 % - 90 %	elásticas de goma)
Cofias y mascarillas			Linterna

### 3.3 MÉTODOS

En primera instancia, es importante mencionar que en esta investigación se realizó un ensayo piloto, en donde se resaltó en realizar correcciones de humedad específicamente en el sustrato de arveja para evitar la pudrición de micelio y pérdidas de bolsas. Dicho esto, para el trabajo investigativo se usó las materias primas como rastrojo de fréjol, cebada y arveja. Además, se analizó la vida útil en condiciones de almacenamiento a los 4 °C, 6 °C y 20 °C. Por lo tanto, se consideró evaluar la fase de producción y de poscosecha.

#### 3.3.1 Fase productiva

##### 3.3.1.1 Factor estudiado

En la tabla 10 se muestra que el factor estudiado en la fase de producción fue el tipo de sustrato en donde se representó en tres niveles con su respectiva codificación.

**Tabla 10**

*Factor estudiado con sus respectivos niveles de la fase productiva del experimento*

Nivel	Sustrato	Código
1	Rastrojo de fréjol	T1
2	Rastrojo de cebada	T2
3	Rastrojo de arveja	T3

##### 3.3.1.2 Características del experimento

En la tabla 11 se muestran específicamente las características del experimento en la fase productiva.

**Tabla 11**

*Características del experimento en la fase productiva*

Descripción	Cantidad
Número de tipo de sustrato	3
Número de unidades experimentales	9
Fundas/unidad experimental	3
Repeticiones	3
Total, de tratamientos	3
Total, de fundas de sustrato	27

##### 3.3.1.2.1. Características de la unidad experimental

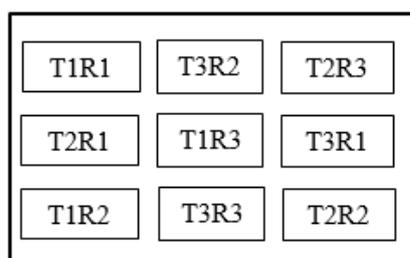
La unidad experimental fue conformada por tres fundas de sustrato de 2 kg sometiendo a una pasteurización por inmersión con el fin de evitar contaminación, en las que se inocularon 100 g de micelio, ubicándose en el área del mismo nombre. Además, se realizaron perforaciones y drenaje del exceso de agua en el sustrato para favorecer el intercambio de gases y evitar la pudrición del micelio. Posteriormente, al mostrar una completa expansión del inóculo se trasladaron al área de fructificación. A continuación, en la tabla 12 se puede observar las características de la unidad experimental.

**Tabla 12***Características de la unidad experimental de la fase productiva*

<b>Datos</b>	<b>Medidas</b>
Descripción de la funda	Polipropileno de alta densidad
Humedad del sustrato	50 a 70 %
pH	5.5 a 6.5
Distancia entre fundas	5 cm
Distancia entre unidad experimental	20 cm
Dimensiones de la funda	30 cm x 45 cm

### 3.3.1.3 Diseño experimental

El diseño que se manejó en la fase productiva de la investigación fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) como se muestra en la figura 4. El diseño se conformó de tres niveles con tres repeticiones, dando un total de nueve unidades de medición, mismas que constan de tres fundas de sustrato cada una, con el fin de obtener datos en caso de contaminación (tabla 10). Por lo tanto, da como resultado nueve fundas por repetición dando un total de 27 fundas.

**Figura 4***Diseño experimental de la fase productiva de la investigación*

UE: 3 bolsas  
 Total: 27 bolsas  
 Bolsa: 2 kg

### 3.3.1.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se realizó análisis de varianza con pruebas de media LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) si se cumplen los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad, caso contrario se realizaron análisis de pruebas no paramétricas Kruskal Wallis (tabla 13). Para los datos cualitativos se realizaron análisis de tablas de contingencia. Los análisis se realizaron a través del programa de InfoStat versión 2020.

**Tabla 13***Esquema de ADEVA en Diseño Completamente al Azar (DCA)*

<b>Fuentes de Variación</b>		<b>GL</b>
Sustratos	(s-1)	(3-1) = 2
Error	(s)(n-1)	(3)(3-1) = 6
Total	sn-1	(3)(3)-1 = 8

### 3.3.1.5 Variables evaluadas

#### 3.3.1.5.1. Tiempo de miceliación

Fue determinado por el número de días que se demora el hongo en miceliar completamente. Se ejecutó un registro de datos de cada una de las fundas a partir del día de la siembra como día cero, se tomó cada cinco días hasta alcanzar los primeros 10 días, después del día 10 se registró diariamente para obtener datos más precisos hasta que su miceliación llegará al 100 % (Tinoco, 2022).

#### **3.3.1.5.2. Formación de primordios**

La formación de primordios exige condiciones ambientales para estimular la fase productiva de fructificación del hongo por esa razón las fundas se reubicaron al área que presenta condiciones óptimas para su desarrollo calculándose en días (Vásquez, 2022).

#### **3.3.1.5.3. Días a la cosecha**

Los días a la cosecha estuvo delimitada desde el día de la siembra hasta cuando la mayoría de las colonias presentaron cuerpos fructíferos con los bordes del carpóforo casi planos. Por lo tanto, la cosecha se ejecutó manualmente tomando desde la base de la colonia con las dos manos, haciendo dos movimientos (de arriba hacia abajo) hasta desprenderlo del sustrato (Tinoco, 2022).

#### **3.3.1.5.4. Rendimiento**

Después de que las colonias fueron cosechadas se pesaron en una balanza gramera con la finalidad de obtener la producción total por cada unidad experimental, mismo que se interpretó en gramos (g) (Vásquez, 2022).

#### **3.3.1.5.5. Eficiencia biológica**

Una vez que se obtuvieron los datos del rendimiento de la cosecha de cada tratamiento se determinó la eficiencia biológica mediante la fórmula propuesta por Gaitán et al. (2006), es la siguiente:

$$\text{Eficiencia biológica} = \frac{\text{Peso (g) de hongos frescos}}{\text{Peso (g) de sustrato}} \times 100$$

Además, un sustrato con buenas características para la producción debe sobrepasar el 60 % de eficiencia biológica (Gaitán et al., 2006).

#### **3.3.1.5.6. Número de carpóforos**

Se estableció en la fase de cosecha donde el carpóforo alcanzó su madurez, por ende, se contabilizó el número de carpóforos recolectados en la colonia de cada uno de los tratamientos (Tinoco, 2022).

### **3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.4.1. Semilla o micelio**

La semilla fue certificada cumpliendo con los estándares de calidad y esterilidad por este motivo se adquirió de una empresa de producción nacional (Figura 5). Para la ejecución del experimento se necesitó 5 kg de semilla considerando que se inocula el 5 % de semilla con respecto al peso húmedo total del sustrato.

## Figura 5

*Bolsas de micelio para la inoculación del hongo en los diferentes sustratos*



### 3.4.2 Recolección de sustratos

Las materias primas como el rastrojo de fréjol, cebada y arveja se recolectaron de productores en la zona rural del cantón Pimampiro de la provincia de Imbabura, mismos que fueron controlados en condiciones de solarización para terminar su secado (Figura 6).

## Figura 6

*Recolección y solarización de los diferentes rastrojos*



*Nota:* A. Rastrojo de fréjol; B. Rastrojo de cebada y C. Rastrojo de arveja

### 3.4.3 Desinfección de sustratos

La desinfección de las materias lignocelulósicas se realizó mediante pasteurización por inmersión o hervido en donde se utilizaron dos tanques metálicos de 200 litros para hervir agua junto con el sustrato durante 1 hora y media a 85 °C. Posteriormente, el sustrato se lo dejó enfriar y se escurrió durante 24 horas para que exista una fermentación correcta y evitar el exceso de agua (Figura 7).

## Figura 7

*Desinfección, enfriamiento y escurrimiento de los sustratos*



*Nota:* A. Pasteurización por inmersión; B. Enfriamiento y escurrimiento por 24 horas

### 3.4.4 Inoculación del sustrato

Una vez pasteurizados los sustratos se procedió a llenar las fundas con 2 kg de sustrato y 100 gramos de inóculo, alcanzando una proporción del 5 % de inóculo (p/p), procurando que las esquinas de la base de la funda estén llenas (Figura 8). Fue importante realizar seis perforaciones de 3 mm de diámetro con ayuda de un perforador por toda la funda para ayudar al intercambio de gases y al desarrollo de hifas, esto evitó que se pudra la semilla por exceso de CO<sub>2</sub>.

## Figura 8

*Inoculación del micelio por capas en el rastrojo de fréjol*



### 3.4.5 Incubación

Antes de realizar cualquier procedimiento siempre se desinfectó con alcohol al 90 % para evitar cualquier tipo de contaminación. Cuando las fundas pasaron por el llenado de sustrato y la inoculación de micelio se trasladó al área de miceliación, misma que varío desde los 27 °C a 29 °C. En caso de contaminación de las bolsas se procedió al aislamiento y descarte de las mismas (Figura 9).

## Figura 9

*Miceliación en el rastrojo de arveja en el transcurso de los días*



Nota: A. Día 3; B. Día 10 y C. Día 12

### 3.4.6 Fructificación

Cuando las fundas presentaron una miceliación al 100 % se destinaron a la sala de fructificación ya que se requiere condiciones de aireación, luz difusa y humedad relativa entre el 80 y 90 % por esto se realizó un adecuamiento del área a utilizar (Figura 10). El riego se lo realizó mediante un atomizador manual una vez al día por un minuto/bolsa.

## Figura 10

*Formación de primordios y carpóforos en el transcurso de los días en el rastrojo de fréjol*



Nota: A. Día 13; B. Día 14; C. Día 16 y D. Día 20

En la figura 11 se puede observar el modelo de producción que fue de forma vertical ocasionando una sola área de fructificación con la adaptación de un expansor de tres pulgadas, mismo que se colocó cuando el sustrato se colonizó al 100%. Además, el modelo es de fácil implementación que ayuda en el manejo y supervisión de los hongos.

## Figura 11

*Modelo de producción vertical utilizado en el cultivo de hongos ostras rosados*

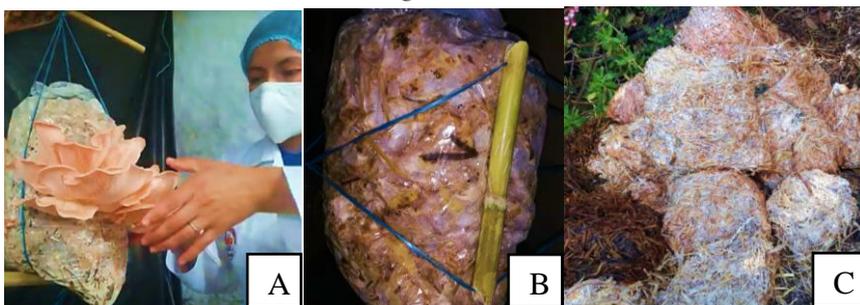


### 3.4.7 Cosecha

Se recolectó manualmente cuando el borde del carpóforo se encontró casi plano en donde se procedió desde la base de la colonia con las dos manos haciendo movimientos de abajo hacia arriba hasta que se desprendió del sustrato. Finalmente, el sustrato utilizado se trasladó a la compostera porque aún es aprovechable debido a que la relación C/N es baja lo que hace que los microorganismos generen proteínas y enzimas por el nitrógeno disponible que existe (Figura 12) (López, 2020).

## Figura 12

*Proceso de cosecha de los hongos ostra rosado*



*Nota:* A. Recolección de carpóforos; B. Etiqueta del número de cosecha de cada funda y C. Al finalizar su ciclo productivo el sustrato se destina a la compostera

### 3.3.2. Fase de poscosecha

#### 3.3.2.1. Factores estudiados

En la fase de poscosecha los factores que se tomaron en cuenta fueron tres temperaturas como condiciones de almacenamiento y las setas obtenidas en cada sustrato. A su vez, en los factores antes mencionados se evaluaron cuatro tiempos de conservación que fueron a los 3, 6, 9 y 12 días.

**Factor T.** Temperatura de conservación

T1: 4 °C

T2: 6 °C

T3: 20 °C – Testigo

**Factor C.** Cosecha obtenida en los diferentes sustratos

C1: Rastrojo de fréjol

C2: Rastrojo de cebada

C3: Rastrojo de arveja

### 3.3.2.2. Tratamientos

Los tratamientos de la fase de poscosecha de la investigación se detallan en la tabla 14.

**Tabla 14**

*Tratamientos de la fase de poscosecha del experimento*

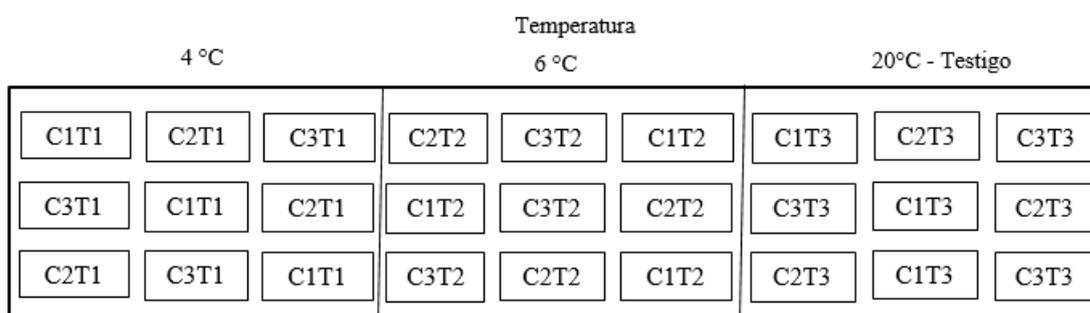
Tratamientos	Condiciones de temperatura de almacenamiento	Cosecha obtenida en los diferentes sustratos
C1	4 °C	Rastrojo de fréjol
C2	4 °C	Rastrojo de cebada
C3	4 °C	Rastrojo de arveja
C1	6 °C	Rastrojo de fréjol
C2	6 °C	Rastrojo de cebada
C3	6 °C	Rastrojo de arveja
C1	Testigo	Rastrojo de fréjol
C2	Testigo	Rastrojo de cebada
C3	Testigo	Rastrojo de arveja

### 3.3.2.3 Diseño experimental

En la figura 13 se muestra el diseño que se empleó en la fase de poscosecha de la investigación siendo un Diseño por Bloques Completos al Azar (DBCA) con Parcelas Divididas (PD). El diseño se conformó de tres bloques con tres tratamientos, dando un total de 27 unidades de medición. Cada una estas bandejas con la producción obtenida de setas (tabla 14). Este se partió desde el diseño de la fase de producción que cada unidad experimental fue de tres bolsas donde las setas obtenidas de la primera bolsa se destinaron a los 4 °C, la segunda a 6 °C y la tercera a 20°C.

**Figura 13**

*Diseño experimental de la fase de poscosecha de la investigación*



UE: 2 bandejas  
Total: 54 bandejas  
Bandeja: 500 g

### 3.3.2.4. Características del experimento

Las características del experimento en la fase de poscosecha se detallan en la tabla 15. La unidad experimental fue cada bandeja que la que se cosecharon los hongos, el producto contenido paso por un control de calidad, embalaje y etiquetado para asegurarse que se mantenga en excelentes condiciones para su almacenamiento.

**Tabla 15***Características de experimento en la fase de poscosecha*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Temperaturas para conservación	3
Número de días evaluados	4
Número de unidades experimentales	27
Bandeja/unidad experimental	1
Bloques	3
Total de tratamientos	9
Total de bandejas de producción obtenida	27

**3.3.2.4.1. Características de la unidad experimental**

La unidad experimental constó de una bandeja de la producción obtenida de cada tratamiento. En la tabla 16 se presentan las características de la unidad experimental.

**Tabla 16***Características de la unidad experimental de la fase de poscosecha*

<b>Datos</b>	<b>Medidas</b>
Descripción de la bandeja	Biodegradable de fibra de plátano
Distancia entre bandejas	5 cm
Distancia entre unidad experimental	5 cm
Dimensiones de bandeja	Diámetro: 15 cm
Capacidad de la bandeja	500 g

**3.3.2.5. Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se realizó análisis de varianza con pruebas de media LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) si se cumplen los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad, caso contrario se realizaron análisis de pruebas no paramétricas Kruskal Wallis (tabla 17). Para los datos cualitativos se realizaron análisis de tablas de contingencia. Los análisis se realizaron a través del programa de InfoStat versión 2020.

**Tabla 17***Esquema de ADEVA en Diseño por Bloques Completo e al Azar y parcelas divididas (DBCA y DA)*

<b>Fuentes de Variación</b>		<b>GL</b>
Bloques	(b-1)	(3-1)= 2
Sustratos	(s-1)	(3-1)= 2
Error (Bloques)(Sustratos)	(b-1)(s-1)	(3-1)(3-1)= 4
Temperatura de conservación	(t-1)	(3-1)= 2
Error (Bloques)(Temperatura de conservación)	(b-1)(t-1)	(3-1)(3-1)= 4
(Sustratos) (Temperatura de conservación)	(s-1)(t-1)	(3-1)(3-1)= 4
Tiempo de conservación	(x-1)	(4-1)=3
Error (Bloques)(Tiempo de conservación)	(b-1)(x-1)	(3-1)(4-1)= 6
Error experimental	(b-1)(s-1)(t-1)(x-1)	(3-1)(3-1)(3-1) (4-1)= 24
Total	bstx-1	(3)(3)(3)(4)-1=107

**3.3.2.6 Variables evaluadas**

Las variables que se evaluaron en la investigación fueron las siguientes:

### 3.3.2.6.1. *Días de vida útil*

Se lo denomina como el periodo de tiempo que el hongo ostra rosado conserva las características organolépticas como: color, textura y olor donde el día cero se consideró el día de la cosecha de cada tratamiento, el monitoreo se lo realizó cada 3 días durante 15 días ya que el tiempo de vida útil es muy corto. Las condiciones de almacenamiento que se evaluaron fueron de 4 °C, 6 °C y 20 °C (condiciones normales).

### 3.3.2.6.2. *Características organolépticas*

Se propuso una escala propia de medición para la variación en color, olor y textura donde 1 representó un estado excelente y regular que a su vez se consideró un producto comercial mientras que el 2 representó un estado deficiente por lo tanto se lo consideró un producto no comercial (Tabla 18) y su registro se lo realizó cada 3 días durante 12 días.

**Tabla 18**

*Escala de medición para las características organolépticas*

Características	Escala de medición	
	1	2
Color	Rosado/ Rosado pálido	Pálido
Olor	Afrutado almendrado dulce/Fúngico	Ligeramente desagradable
Textura	Completamente y medio turgente	Flácido

### 3.3.2.6.3. *Beneficio costo*

Se registró los gastos que se realizaron durante el desarrollo del trabajo investigativo para determinar el costo en cada uno de los tratamientos. De modo que, el precio del producto está delimitado por los costos actuales del mercado (Tinoco, 2022).

## 3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

### 3.4.1 Adquisición de bandejas biodegradables

Las bandejas a base de fibra de plátano con capacidad de 500 g se adquirieron de empresas que se dedican a su distribución, en total 50 unidades (Figura 14).

**Figura 14**

*Bandejas biodegradables de fibra de plátano*



### 3.4.2 Control de calidad

En esta sección se realizó la selección de las setas de mejor calidad de aspecto fresco sin malformaciones que deben estar exentos de daños causados por enfermedades, e insectos u otros parásitos para garantizar un producto que satisfaga las necesidades del consumidor final (Figura 15).

### Figura 15

*Selección de las setas de mejor calidad*

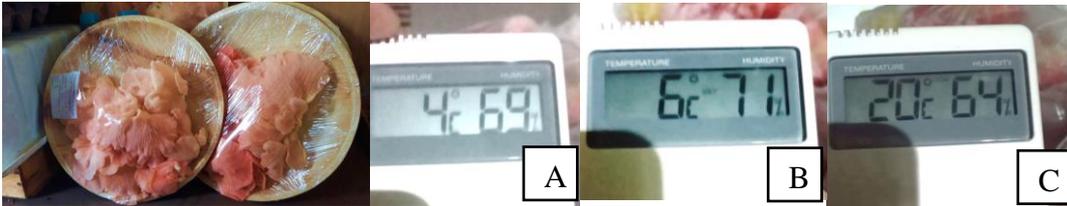


#### 3.4.3 Empaque y almacenamiento

Este proceso se ejecutó después de la selección respectiva y se procedió a empacar en las bandejas biodegradables luego el producto fue recubierto por plástico film. Posteriormente, el material se trasladó a una nevera con temperaturas de 4 °C, 6 °C y a un lugar en condiciones de percha (20 °C) durante 15 días (Figura 16).

### Figura 16

*Empaque y almacenamiento de hongos ostra rosados a diferentes temperaturas*



*Nota:* A. 4 °C; B. 6 °C y C. 20 °C

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

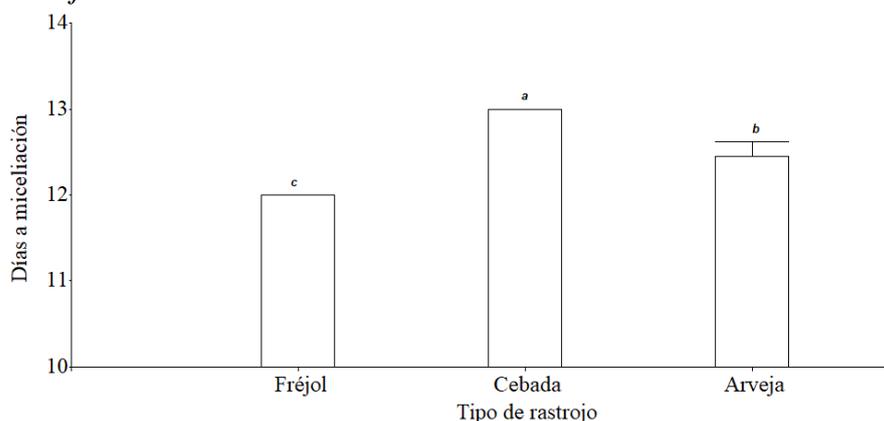
#### 4.1. TIEMPO DE MICELIACIÓN

Los resultados de análisis de varianza para la variable tiempo de miceliación indican que si influyen los tipos de rastrojos utilizados ( $p < 0.0001$ ).

En la figura 17, la prueba de LSD Fisher ( $\alpha = 0.05$ ) muestra que la miceliación en el rastrojo de fréjol alcanzó un promedio de 12 días, siendo el sustrato con el mejor comportamiento en esta variable. Posteriormente, el rastrojo de arveja arrojó un promedio de 12.44 días, tardándose 0.44 días más que el de fréjol. Finalmente, el sustrato a base de cebada indicó un promedio de 13 días, siendo 1 y 0.66 días de diferencia en completar el corrido de micelio con respecto al de fréjol y arveja, correspondientemente.

**Figura 17**

*Días de miceliación del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.) en tres diferentes rastrojos*



Los resultados de los días de miceliación, coinciden con los obtenidos por Salmones et al. (1997) y Morán et al. (2020) quienes mencionaron que el rastrojo de fréjol presentó tiempos de 12 días. Angulo et al. (2022) demuestran que los valores superiores de lignina en este sustrato estimulan rápidamente la expansión de hifas.

Por otro lado, Catucuamba (2013) reportó que el tiempo de corrido de micelio en el rastrojo de cebada fue de 16 días, siendo un valor superior al de este trabajo investigativo. Este hecho posiblemente se debe a que la autora usó una concentración de inóculo de 3.5 % (p/p), haciendo que la colonización se retrase; mientras que, en este estudio, la concentración usada de inóculo fue del 5 % (p/p).

Finalmente, existe diversidad de información en relación al sustrato de arveja en donde Vásquez (2022) expresó que la miceliación en un sustrato con el 70 % de vainas de arveja alcanzó una media de 16 días. En contraste, López et al. (2008), Rodríguez et al. (2008) y Gavidia y León (2016), registraron tiempos de 20 a 23 días. En la presente investigación se obtuvo en un rango de 12 a 13 días. En este sentido, los autores antes mencionados señalan ideas distintas a lo observado en este trabajo, ellos aducen que el rastrojo y las vainas de arveja no tienen la capacidad de retención de humedad lo que retrasa el tiempo de corrida del micelio.

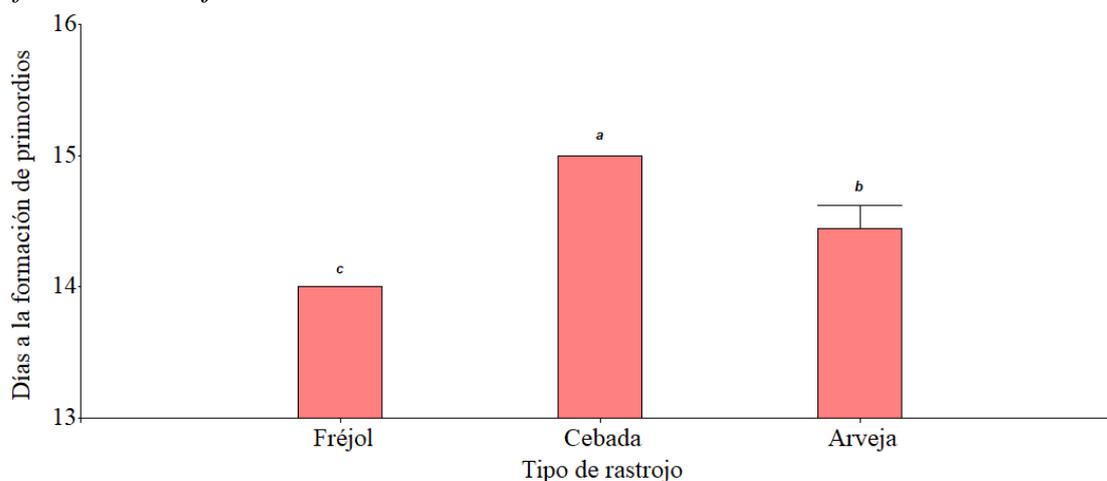
## 4.2. FORMACIÓN DE PRIMORDIOS

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable de formación de primordios señalan que si inciden los tipos de rastrojos utilizados ( $p < 0.0001$ ).

En la figura 18, la prueba de LSD Fisher ( $\alpha = 0.05$ ) presenta que la formación de primordios en el rastrojo de fréjol alcanza un promedio de 14 días. Seguidamente, el rastrojo de arveja se tardó 0.44 días más con respecto al rastrojo de fréjol, mostrando un promedio de 14.44 días. Finalmente, el rastrojo de cebada se diferencia con 1 y 0.66 días en formación de primordios a relación a de fréjol y arveja, respectivamente.

**Figura 18**

*Días a formación de primordios del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.) en tres diferentes rastrojos*



Los resultados de los días a la formación de primordios, fueron inferiores a lo encontrado por Morán et al. (2020); con tan solo un día, los investigadores indicaron que el rastrojo de fréjol presentó los tiempos más cortos con 15 días, atribuyéndose a su rápida colonización.

Además, Catucuamba (2013) registró a los 18 días la formación de primordios en el sustrato a base de cebada, Romero et al. (2018) señalan a los 22 días y Calero (2018) mostró resultados a los 28 días, datos muy superiores a la investigación realizada. Los autores en discusión mencionaron que en la etapa de crecimiento se aprovecha preferentemente hemicelulosa y carbohidratos del rastrojo lo que demuestra el por qué la los primordios en el sustrato de cebada se tardan más en formarse que el rastrojo de fréjol.

Igualmente, los autores difieren que la humedad relativa influye directamente en el crecimiento y formación, quienes manejaron condiciones de humedad relativa en rangos de 70-80% mientras que, en la investigación fue del 80-90 %.

Por último, Gavidia y León (2016) y López et al. (2008) expresaron que los primordios en el rastrojo de arveja aparecieron a los 23 días y 25 días, respectivamente, siendo valores superiores a este trabajo realizado donde atribuyen a que se pudo causar por una baja difusión de oxígeno en el sustrato, mismo que es importante para su crecimiento y desarrollo.

### 4.3. DÍAS A LA COSECHA

El análisis de varianza indicó que no afectan los tipos de rastrojos utilizados ( $p=0.7129$ ) para la variable de días a la cosecha. En la tabla 21, se puede apreciar el promedio de días a la cosecha de cada uno de los rastrojos utilizados, en donde mantuvieron un rango de 22.06 a 25.50 días dando un promedio general de 23.78 días.

**Tabla 19**

*Medias y errores estándares de la variable días a la cosecha bajo diferentes rastrojos*

<b>Sustrato</b>	<b>Media±E.E</b>
Rastrojo de fréjol	22.06±1.10
Rastrojo de cebada	23.33±1.10
Rastrojo de arveja	25.50±1.14

Los resultados de los días a la cosecha, fueron superiores a los reportados por Souza et al. (2003) quienes manifestaron que en el rastrojo de fréjol fue a los 20 días después de la inoculación, en vista de que los autores señalaron que este sustrato es rico en carbohidratos, mismos que favorecen en la maduración de cuerpos fructíferos.

Además, Catucuamba (2013) señala que cosechó a los 23 días en el rastrojo de cebada, siendo similares al del trabajo realizado ya que se manejaron condiciones de humedad relativa y cantidades de inóculo similares, mientras que, Villar (2021) obtuvo a los 28 días, encontrándose en un rango de valores superiores a los obtenidos en la investigación debido a que mencionó que la disponibilidad de nutrientes y el porcentaje de carbono contenido en el sustrato evaluado pudo afectar directamente la maduración del hongo.

Finalmente, Gavidia y León (2016) acotaron que los días a la cosecha en el rastrojo de arveja fue de 28 días, siendo un valor superior a este trabajo investigativo ya que los autores resaltaron que el rastrojo de arveja no posee un alto porcentaje de lípidos resultando que el desarrollo de las setas se retrase, lo que se recomienda en agregar materiales lipídicos ya que su producción se puede aumentar del 20 al 60 %.

### 4.4. NÚMERO DE CARPÓFOROS

El análisis de varianza indicó que no influyeron los tipos de rastrojos ( $p=0.1596$ ) para la variable del número de carpóforos. En la tabla 22, se puede observar el promedio del número de carpóforos en un rango de 70.67 a 139 dando un promedio general de 104.84 cuerpos fructíferos.

**Tabla 20**

*Medias y errores estándares de la variable número de carpóforos bajo diferentes rastrojos*

<b>Sustrato</b>	<b>Media±E.E</b>
Rastrojo de fréjol	139±24.83
Rastrojo de cebada	120.33±19.41
Rastrojo de arveja	70.67±19.10

Según Rodríguez et al. (2008) recalcan que el número de carpóforos producidos por bolsa no tiene tanta relevancia como su peso fresco ya que lo importante es el rendimiento y productividad que pueda generar. Los resultados del número de cuerpos fructíferos, fueron superiores a Quispe (2021) ya que denotó que en un sustrato que ocupa el 50 % de cebada alcanzó una cantidad de 103 carpóforos, encontrándose en el rango de los parámetros evaluados. La autora en discusión asumió que el desarrollo del número de basidiocarpos se ve afectados por la cantidad de perforaciones realizados en la funda, la humedad relativa y el material genético del hongo.

En definitiva, Catucuamba (2013) obtuvo 68 cuerpos fructíferos en el rastrojo de cebada, siendo valores ligeramente inferiores al trabajo investigativo ya que mencionó que depende de cuantas perforaciones se realice en la bolsa, mientras más perforaciones se hagan su cantidad aumentará, pero su tamaño y rendimiento será menor.

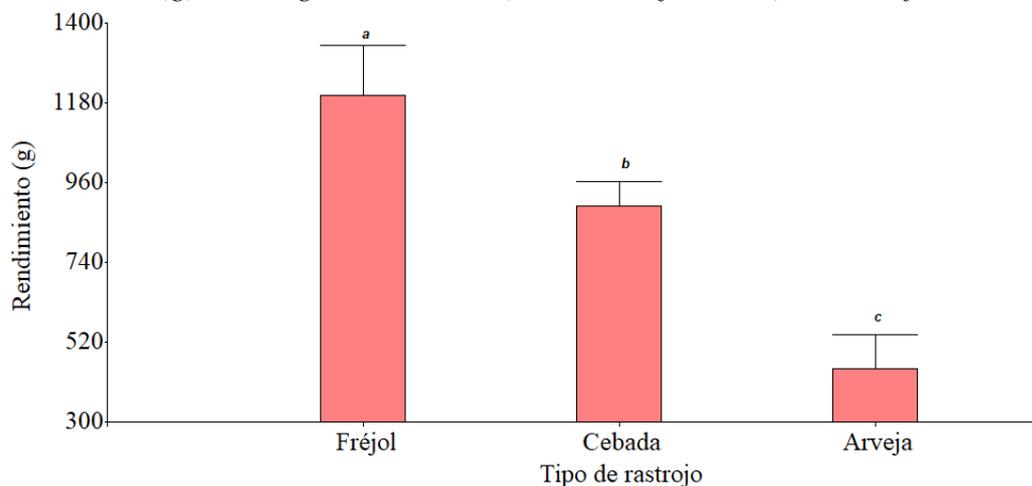
#### 4.5. RENDIMIENTO

El análisis de varianza indicó que si influye el tipo de rastrojos ( $p=0.0168$ ) para la variable del número de carpóforos.

En la figura 19, los resultados de la prueba de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) resaltaron que el rendimiento de las setas obtenidas del rastrojo de fréjol fue de una media de 1201.33 g, produciendo casi el triple de hongos con respecto al rastrojo de arveja. Posteriormente, el rastrojo de cebada fue de 894.67 g, resultando el doble de la producción de setas del rastrojo de arveja y produjo 306 g menos con respecto al rastrojo de fréjol. Finalmente, el rastrojo de arveja tuvo el menor rendimiento con 446.33 g.

**Figura 19**

*Rendimiento (g) del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.) en tres diferentes rastrojos*



En primera instancia, Ortega et al. (2005) y Rodríguez et al. (2008) señalaron una reducción en la producción de setas a partir de la segunda cosecha debido al empobrecimiento del sustrato, la degradación del micelio y la acumulación de desechos de metabolismo del hongo ya que se pierde materia orgánica.

Además, Rodríguez et al. (2008) presentaron en el rastrojo de fréjol una producción de 1342.47 g en dos cosechas, resultando superiores con la investigación

realizada debido a que enriquecieron los sustratos con harina de soya. En contraste, Ruilova y Hernández (2014) obtuvieron 907.6 g en el rastrojo de cebada, rendimiento superior al obtenido a razón de que se utilizó suplemento a base de afrecho de cereales.

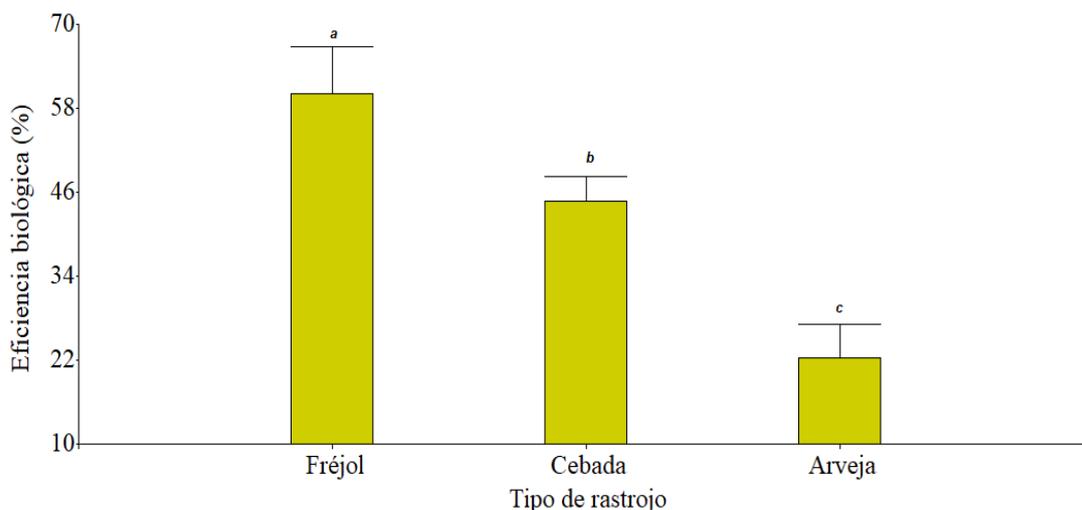
Finalmente, Gavidia y León (2015) cosecharon 449.7 g en el rastrojo de arveja en tres cosechas, siendo ligeramente superiores a este trabajo ya que las autoras mencionaron que administraron suplementos ricos en proteínas como el salvado de soya.

#### 4.6. EFICIENCIA BIOLÓGICA (EB)

El análisis de varianza indicó que no influye el tipo de rastrojos ( $p=0.0168$ ) para la variable de eficiencia biológica. En la figura 20, los resultados de la prueba de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) muestran una mayor eficiencia en las setas obtenidas del rastrojo de fréjol, con una media de 60.07 %, resultando casi el triple de los hongos obtenidos en el sustrato de arveja. Asimismo, en las setas obtenidas del rastrojo de cebada fue de una media de 44.73 %, resultando el doble con respecto al sustrato de arveja y 20 % menos que el rastrojo de fréjol. Por último, el rastrojo de arveja presentó la menor eficiencia biológica con una media del 22.32 %.

**Figura 20**

*Eficiencia biológica (%) del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor* B.) en tres diferentes rastrojos*



Los resultados de la eficiencia biológica, fueron superiores a los obtenidos por Acosta et al. (1988) quienes presentaron 75 % y Salmones et al. (1997) que obtuvieron un 72.4 % en el rastrojo de fréjol, estos datos pueden deberse a que presentaron mayor capacidad de producción de basidiomas ya que evaluaron hasta la cuarta cosecha.

Por otra parte, Calero (2018) expresó que en el rastrojo de cebada obtuvo un 38 %, datos inferiores con el trabajo realizado debido a que la autora atribuye que la condición de humedad afectó en la degradación y agotamiento de nutrientes en el sustrato, disminuyendo así el valor en esta variable. Asimismo, Piña et al. (2016) mostraron un 66.3 %, valores superiores a la investigación debido a la incorporación adicional de hidratos de carbono y fuentes de proteína.

Finalmente, López et al. (2008) mostraron una eficiencia del 68.6 % en el rastrojo de arveja, siendo muy superiores al trabajo realizado ya que mencionan que este sustrato posee un bajo porcentaje de lípidos, resultando la reducción de la estimulación en la producción de cuerpos fructíferos.

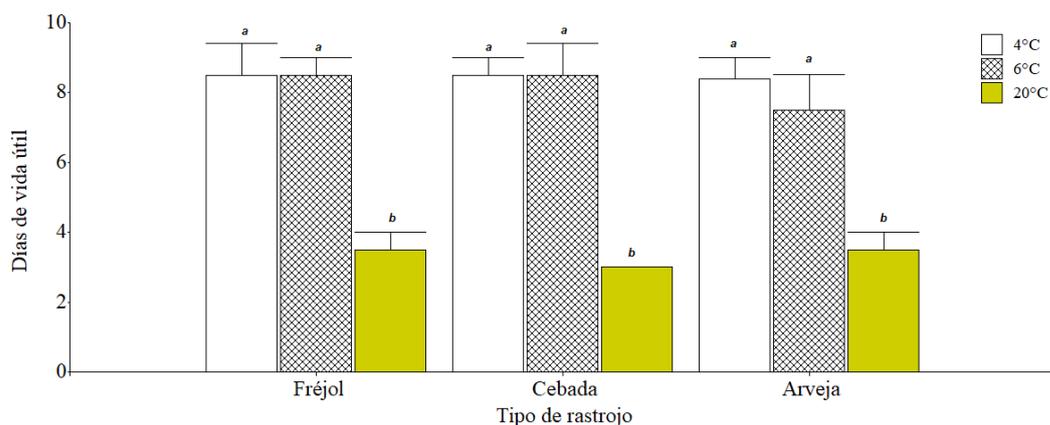
#### 4.7. DÍAS DE VIDA ÚTIL

Según la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis señaló que sí existe una interacción entre los rastrojos y las condiciones de almacenamiento ( $p < 0.0001$ ) para la esta variable.

En la figura 21, los resultados obtenidos con respecto a los días de vida útil en los hongos cosechados de los rastrojos de fréjol, cebada y arveja presentaron un rango de 7.50 a 8.50 días en temperaturas de 4 y 6 °C. Finalmente, en condiciones de 20 °C los cuerpos fructíferos obtenidos de los diferentes rastrojos oscilan de 3 a 3.50 días. Por lo tanto, las setas en condiciones de refrigeración reflejan el doble de días de vida útil a relación de los carpóforos que se almacenan a condiciones normales.

**Figura 21**

*Días de vida útil del hongo ostra rosado (Pleurotus djamor B.) en tres diferentes rastrojos en tres condiciones de almacenamiento*



Los resultados de la vida útil, fueron superiores a los reportados por Valencia (2020) quién reporta 7 días a 4 °C mientras que, en la investigación fue de 8.50 días lo que puede atribuirse a un mejor manejo de poscosecha específicamente en control de calidad.

Asimismo, Rahman et al. (2020) lograron obtener 15 días de vida útil a 4°C siendo valores muy superiores al trabajo realizado, a lo que se puede argumentar por parte de los autores que se prolongó debido al grosor de la bolsa en la que se almacenó (75μ), ya que ayudó a disminuir la pérdida de humedad.

Por último, Barriga (2010) obtuvo 5 días de vida útil en temperaturas de 20 °C siendo superiores a esta investigación, en donde se pudo inferir el uso del tipo de bandeja en la que se almacenó ya que pudo incrementar la tasa de respiración de las setas al estar en contacto con el material orgánico del empaque.

## 4.8. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

En el análisis Chi cuadrado de Pearson muestra que existe asociación entre días después de la cosecha, tipos de rastrojo y temperatura en las características de color ( $X^2=46.93$ ;  $gL=24$ ;  $p=0.0034$ ) y textura ( $X^2=78.26$ ;  $gL=24$ ;  $p=<0.0001$ ). Por el contrario, para la característica del olor indicó que no existe asociación entre días de la cosecha, tipo de rastrojos y temperatura ( $X^2=33.16$ ;  $gL=24$ ;  $p=0.1007$ ).

### 4.8.1. Hongos obtenidos del rastrojo de fréjol

En la figura 22, se puede observar el deterioro de las características organolépticas: olor, color y textura en el transcurso de los días 3, 6, 9 y 12 de las setas cultivadas en el rastrojo de fréjol, en donde, se resaltó que en condiciones de almacenamiento de 4 y 6 °C llegan a conservarse hasta el día 9 y 12. Sin embargo, en temperatura de 20 °C solo llegan a mantenerse hasta el día 6.

#### 4.8.1.1. Olor

Se puede observar que a los 4 °C se mantuvo aceptable al día 6 a pesar de que se deterioró un 17 %, mientras que, a los días 9 y 12 presentaron un olor ligeramente desagradable por un severo deterioro del 44 % y 50 %, respectivamente. Asimismo, se distingue un olor aceptable a los 6 °C por un deterioro del 25 % hasta el día 9, mientras que, al día 12 ya se percibió un olor ligeramente desagradable que se vio reflejado por un deterioro del 80 %. De igual forma, se muestra que temperaturas de 20 °C se deterioró en un 25 % al día 3 conservando un olor ligeramente aceptable mientras que a los días 6 y 9 se descartaron por un deterioro del 20 % y 100 % respectivamente (Figura 22).

#### 4.8.1.2. Color

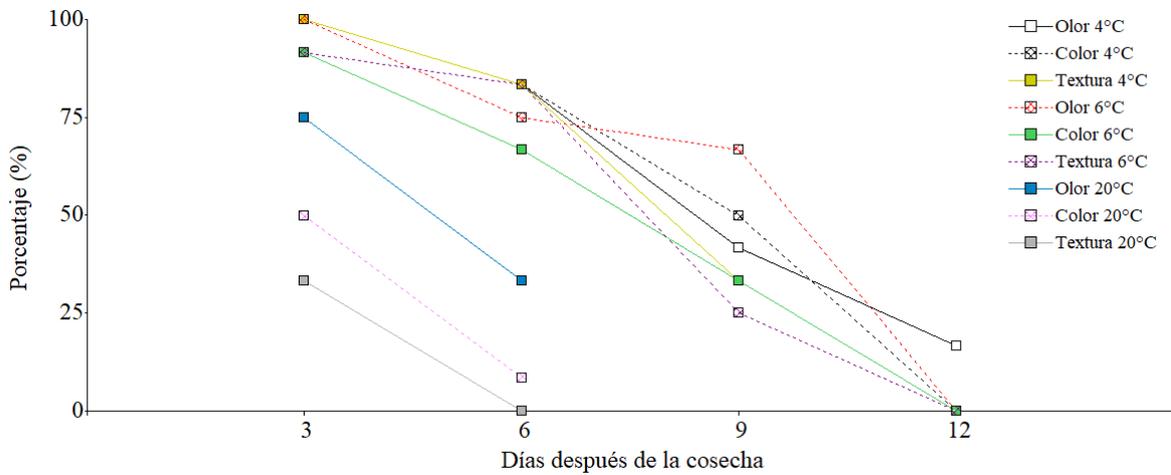
Se aprecia que en temperaturas de 4 °C se deterioró un 8 % al día 3 conservando un color rosado, al día 6 hubo un deterioro del 17 % mostrando un color rosado ligeramente pálido mientras que al día 9 se deterioró un 33 % reflejando un color rosado completamente pálido. Seguidamente, a 6 °C tuvo un declive de un 8 % al día 3 y un 27% al día 6 reflejando una coloración rosada, al día 9 se deterioró un 50 % evidenciando un color rosado ligeramente pálido y al día 12 mostró un deterioro del 100 % demostrando un color completamente pálido. Finalmente, se puede contemplar que en condiciones normales al día 3 tuvo un declive de un 50 % mostrando una coloración rosada ligeramente pálida, al día 6 existió un deterioro del 80 % reflejando un color rosado completamente pálido (Figura 22).

#### 4.8.1.3. Textura

A través de la figura 22, se puede mencionar que a los 4 °C se mantuvo completamente turgente al día 3 y 6, pero a partir del día 9 se empieza a tener un deterioro de un 56 % donde se considera una turgencia media y finalmente al día 12 la seta se volvió flácida por un deterioro del 100 %. Asimismo, a temperaturas de 6 °C se mantuvo turgente al día 3 y 6 aunque desde el día 9 el hongo ostra empieza una notable pérdida de firmeza al tacto debido a un deterioro del 67 % y por último al día 12 pierde totalmente su urgencia ya que se deterioró completamente. Adicionalmente, en condiciones de 20 °C existe una notable pérdida de turgencia en un 67 % solamente al día 3 y a tan solo al día 6 las setas se volvieron flácidas por un deterioro del 100 %.

**Figura 22**

*Deterioro (%) de las características organolépticas de las setas obtenidas del rastrojo de fréjol a diferentes condiciones de almacenamiento a través de los días*



#### **4.8.2. Hongos obtenidos del rastrojo de cebada**

En la figura 23, se puede observar el deterioro de las características organolépticas: olor, color y textura en el transcurso de los días 3, 6, 9 y 12 de las setas cultivadas en el rastrojo de cebada en donde se resalta que se llegan a conservar hasta el día 9 y 12 en las tres condiciones de almacenamiento.

##### *4.8.2.1. Olor*

Se puede señalar que, en condiciones de 4 °C se deterioró en un 8 % al día 3, 17 % al día 6 y 13 % al día 9 manteniendo un olor aceptable y finalmente al día 12 ya presentó un olor ligeramente desagradable y no aceptable al consumidor por un deterioro del 100 %. Además, se puede destacar que a los 6 °C conservó un olor aceptable hasta el día 12 a pesar de que existió un deterioro del 9 %. Por último, en condiciones normales ya existió un deterioro de un 25 % al día 3 presentando un olor aceptable hasta el día 6 aunque hubo un declive de un 20 % pero al día 9 el olor fue ligeramente desagradable y no aceptable al cliente por un deterioro del 100 % (Figura 23).

##### *4.8.2.2. Color*

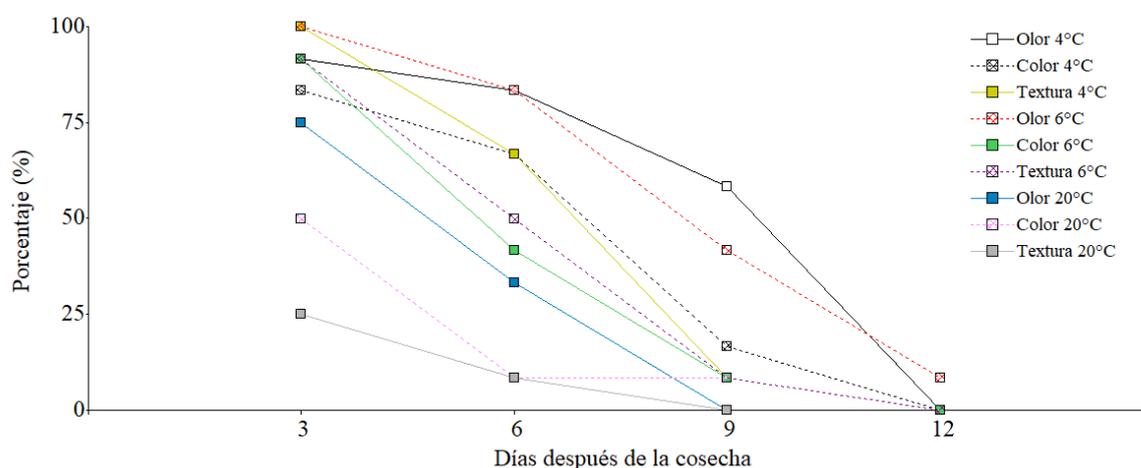
En base a la figura 23, se muestra que en condiciones de 4 °C tuvo un declive del 8 % al día 3, 33 % al día 6 manteniendo una coloración completamente rosada, pero al día 9 hubo un deterioro del 75 % tornándose del color pálido. Por último, al día 12 las setas se vuelven pálidas por un deterioro del 100 %. También se puede acotar que a los 6 °C existió un declive del 8 % al día 3 presentando un color rosado, al día 6 y 9 el color se volvió rosado ligeramente pálido por un deterioro del 55 % y 80%, respectivamente. Finalmente, al día 12 se volvió completamente pálido ya que hubo un completo deterioro. De igual forma, a los 20 °C mostró un declive del 50 % al día 3 presentando un color rosado ligeramente pálido, al día 6 hubo un declive de un 80 % tornándose de un color rosado pálido y se mantuvo hasta el día 9.

#### 4.8.2.3. Textura

En condiciones de 4 °C conserva su turgencia hasta el día 6, a pesar de que hubo un deterioro del 33 %, pero a partir del día 9 las setas se vuelven medianamente turgentes por un deterioro del 88 % y al día 12 existió un declive del 100 % donde perdió completamente la firmeza al tacto. Además, en temperaturas de 6 °C a pesar de que hubo un deterioro del 8 % al día 3 y 45 % al día 6 siguió conservando su turgencia, pero al día 9 ya se muestran medianamente flácidos por un 80 % de deterioro y al día 12 las setas se vuelven completamente flácidas al tacto. Finalmente, a los 20 °C existió un deterioro del 75 % al día 3 presentándose medianamente flácidos hasta el día 6 aunque tuvo un deterioro del 80 % y al día 9 las setas se vuelven completamente flácidas por un deterioro del 100 % (Figura 23).

**Figura 23**

*Deterioro (%) de las características organolépticas de las setas obtenidas del rastrojo de cebada a diferentes condiciones de almacenamiento a través de los días*



#### 4.8.3. Hongos obtenidos del rastrojo de arveja

En la figura 24, se puede observar el deterioro de las características organolépticas: olor, color y textura en el transcurso de los días 3, 6, 9 y 12 de las setas cultivadas en el rastrojo de arveja en donde se enfatiza que las características organolépticas se llegan a conservar hasta el día 9 en condiciones de almacenamiento de 4 y 6 °C mientras que, a los 20 °C solo llegan a conservarse en excelentes condiciones hasta el día 6.

##### 4.8.3.1. Olor

Se puede apreciar que en condiciones de 4 °C mantuvo un olor aceptable al día hasta el día 9 por un deterioro del 25 % presentando un olor ligeramente aceptable. Seguidamente, a los 6 °C existió un deterioro del 20 % al día 3 y 40 % al día 6 manteniendo un olor ligeramente aceptable, pero al día 9 ya presentó un declive del 40 % percibiendo un olor ligeramente desagradable. Además, a los 20 °C se presentó un olor aceptable al día 3 mientras que al día 6 ya se percibió un olor ligeramente desagradable.

#### 4.8.3.1. Color

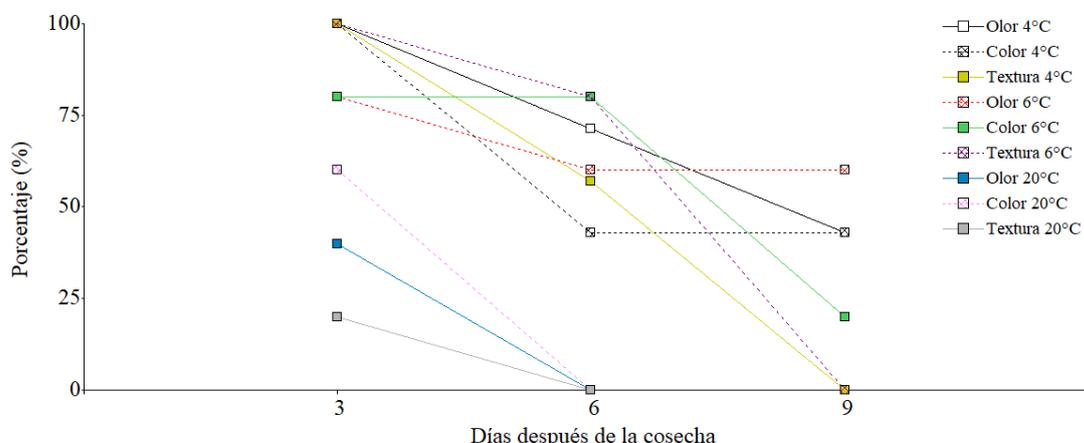
Las setas que fueron cosechadas en este rastreo tuvieron la peculiaridad de tener un color rosado pálido. A través de la figura 24, se puede mencionar que a los 4 °C mantiene su coloración al día 3 mientras que al día 6 y se torna de una coloración ligeramente pálida por un deterioro del 40 %. Además, en condiciones de 6 °C mantiene un color rosado pálido, aunque hubo un deterioro del 20 % hasta el día 6 pero al día 9 su declive fue del 75 % en donde las setas se tornaron de un color completamente pálido. Asimismo, a los 20 °C conservaron una coloración rosada pálida hasta el sexto día, pero al día 9 las setas se tornaron completamente pálidas por un deterioro del 100 %

#### 4.8.3.1. Textura

Se aprecia que a los 4 °C se conservó su turgencia hasta el día 6, pero al día 9 las setas se volvieron flácidas por un deterioro del 100 %. Asimismo, a los 6 °C las setas preservaron su turgencia hasta el día 6, pero al día 9 perdieron totalmente su turgencia y se volvieron flácidas. Finalmente, en temperaturas de 20 °C las setas se volvieron medianamente flácidas al día 3 porque perdieron un 80 % de su turgencia y al día 6 se presentaron una pérdida total en la firmeza al tacto.

**Figura 24**

*Deterioro (%) de las características organolépticas de las setas obtenidas del rastreo de arveja a diferentes condiciones de almacenamiento a través de los días*



Es importante mencionar que en el transcurso de los días 9 y 12 en temperatura de 4 y 6 °C se produjo un crecimiento de micelio primario denominado activación micelial sobre el cuerpo fructífero mientras que a los 20 °C se presentó en el transcurso del día 6.

Los resultados obtenidos en la conservación de las características organolépticas fueron superiores a Rajarathnam et al. (1983) y Guo et al. (2023) donde observaron una conservación de olor, color y textura a una temperatura de 6 °C en los 6 días de almacenamiento, donde Choi y Kim (2020) y Bano et al. (2009) atribuyen su conservación al uso del empaque de película ya que retrasa el deterioro de la apariencia, firmeza al tacto y decoloración de los hongos.

Asimismo, Guo et al. (2023) expusieron que en condiciones de 25 °C hay un severo deterioro (19 %) desde el día 0 hasta el día 6, valores muy inferiores al de esta investigación donde se cuantificó un deterioro de hasta el 100 % desde el día 0 hasta el día 6 a 20 °C, dependiendo del sustrato evaluado. Estas pérdidas posiblemente son causadas por un pardeamiento enzimático debido al daño mecánico, tornándose de mala calidad y no aceptable para el consumidor.

Además, Valencia (2020) encontró que al día 15 puede haber una activación micelial del hongo ostra. En la presente investigación, esta actividad micelial fue a partir del día 9 en condición de refrigeración y al día 6 en condiciones normales. Este hecho pudo deberse a que el material de la bandeja biodegradable contribuyó al desarrollo de hifas, coincidiendo con lo observado por Valencia (2020); sin embargo, este autor en discusión señaló que la activación micelial tiene otros factores como aireación excesiva, baja temperatura y exceso de humedad.

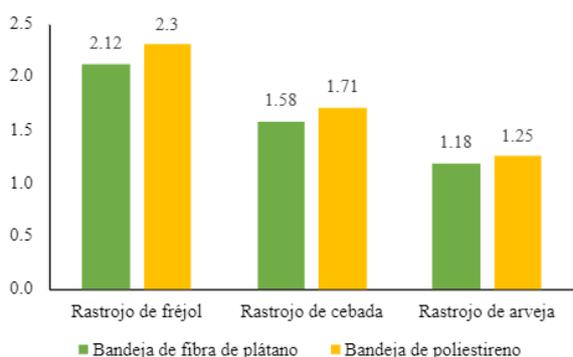
#### 4.9. ANÁLISIS BENEFICIO COSTO

El análisis de beneficio costo se realizó por cada sustrato determinando la rentabilidad de cada uno. Se obtuvo mediante el egreso del costo de producción en relación a los ingresos generados por la venta de las setas en donde se realizó una comparación entre las bandejas convencionales y las bandejas biodegradables utilizadas.

En la figura 25, se aprecia que todos los sustratos son rentables ya su relación de beneficio costo supera el 1, sea con el uso de bandejas convencionales o biodegradables. Se definió que el rastrojo de fréjol es el más rentable con un 2.30 USD en la producción de hongos ostra rosados utilizando bandejas de poliestireno, es decir, por cada dólar que se invierta la ganancia es de un dólar con 30 centavos mientras que, el rastrojo de arveja mostró la rentabilidad más baja con el 25 % aunque en comparación con el uso de bandejas de fibra de plátano resultaron 3 % más rentables.

**Figura 25**

*Análisis de la relación beneficio costo del cultivo de *Pleurotus djamor B.**



Los resultados obtenidos del análisis beneficio costo fueron valores inferiores a Vásquez (2020) en donde expuso una relación de 2.92 USD en combinaciones con vainas de arveja donde se atribuye a que la eficiencia biológica superaba el 50 %. Además, Calero (2018) mostró una relación de 2.12 USD en el rastrojo de cebada, siendo valores superiores obtenidos al de la investigación debido a que no se toma en cuenta la valoración de la mano de obra utilizada.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Los diferentes sustratos influyeron en algunas de las variables evaluadas en la producción de setas; sin embargo, el mejor sustrato para el crecimiento y producción de *Pleurotus djamor* B. fue el rastrojo de fréjol, permitiendo reducir los tiempos de miceliación, formación de primordios y cosecha. Asimismo, los hongos en este sustrato, presentaron mayor cantidad de carpóforos, rendimiento, eficiencia biológica y rentabilidad.
- La vida útil de los hongos no fue alterada por los distintos sustratos con las diferentes temperaturas evaluadas; aun cuando, la temperatura si fue un factor determinante para esta variable, registrándose una menor vida útil de las setas a una temperatura de 20°C.
- Las características organolépticas de las setas variaron a lo largo del tiempo, independientemente del rastrojo evaluado; no obstante, se pudo observar que en el rastrojo de fréjol estas características tienden a ser mejor conservadas. Adicionalmente, las temperaturas de almacenamiento también juegan un rol importante en estas características, encontrándose que, a una temperatura de 20°C, el deterioro de las setas fue más severo.
- Todos los rastrojos permitieron tener una relación beneficio costo positiva. De todas maneras, el rastrojo con el que se obtuvo un mayor beneficio fue el de fréjol. A su vez, el beneficio puede mejorar con el uso de bandejas de poliestireno como empaques.

#### 5.2. RECOMENDACIONES

- Las bandejas biodegradables no presentaron los resultados esperados debido a que las setas pueden llegar a esporular al estar en contacto con material orgánico, lo cual no es visualmente aceptable por el consumidor.
- Debido a la poca durabilidad de las setas en la fase de poscosecha, se debería investigar técnicas de almacenamiento y procesamiento de las mismas con el fin de prolongar su vida útil.
- En futuras investigaciones se recomienda realizar análisis bromatológicos con el objetivo de conocer si la composición nutricional de las setas es afectada o no por los diferentes rastrojos.
- Para evaluar el comportamiento de las setas en fase de poscosecha se podrían tomar en cuenta variables menos subjetivas; como, por ejemplo, pérdida de peso, dureza y cambios químicos a lo largo del tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L. (1988). Aislamiento y caracterización de cepas de *Pleurotus ostreatus* y su cultivo en residuos agroindustriales en el Estado de Morelos. *Scientia Fungorum*, 1 (4), 15-17. Doi: <https://doi.org/10.33885/sf.1988.3.706>
- Aguilar, A. (2023). *El mercado de proteína vegetal está creciendo y esto es apenas el comienzo*. GOULA Especialistas en la industria alimenticia. <https://goula.lat/el-mercado-de-proteina-vegetal-esta-creciendo-y-esto-es-apenas-el-comienzo/>
- Aguilar, N. (2012). *Evaluación del crecimiento de Pleurotus pulmonarius y Pleurotus ostreatus en dos sustratos bajo condiciones naturales en la granja el Hangar del municipio de Piedecuesta (Santander)* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. <https://silo.tips/download/nancy-aguilar-villamizar>
- Angulo, F., Mamani, B. y Nova, M. (2022). Crecimiento in vitro de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en diferentes medios de cultivo. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9 (1), 14-21. <http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v9n1/2409-1618-riiarn-9-01-10.pdf>
- Apaza, K. (2017). *Producción del hongo comestible Pleurotus djamor (Fr.) Boedijn usando distintos sustratos de residuos agrícolas aislado en Tingo María* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1361>
- Ardón, C. (2007). *La producción de los hongos comestibles*. [Trabajo de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07\\_1932.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1932.pdf)
- Bano, Z., Rajarathnam, S. y Steinktaus, K. (2009). Pleurotus mushrooms. Part II. Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 27(2), 87-158. <https://doi.org/10.1080/10408398809527480>
- Barriga, P. (2010). *Determinación de los parámetros óptimos para la producción y embalaje de hongos comestibles Pleurotus ostreatus en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi* [Trabajo de grado, Universidad Estatal de Bolívar]. [https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UEB\\_5f1c3d06a341b12eff4163e54042d298](https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UEB_5f1c3d06a341b12eff4163e54042d298)
- Cáceres, C. (2017). *Cultivo de champiñón ostra (Pleurotus ostreatus) sobre residuos de quinua y cebada y efecto del almacenamiento a bajas temperaturas con solución conservante* [Trabajo de grado, Universidad Nacional del Antiplano]. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10587/C%c3%a1ceres\\_Choque\\_Cathia\\_Adriana.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10587/C%c3%a1ceres_Choque_Cathia_Adriana.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Calero, L. (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 grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28371>
- Calva, C. (2018). *Amonificación de rastrojo de maíz (Zea mays) con dos leguminosas zarandaja (Dolichos lablab) y frijol canavalia (Canavalia ensiformis)* [Trabajo

- de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/20864>
- Campos, R. (1991). *Consumo voluntario y digestibilidad in vivo de residuos agrícolas amoniatados con urea* [Trabajo de grado, Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4263/1/CPA-1991-T009.pdf>
- Castellanos, K., Villalobos, R. y Beldarrain, T. (2021) Fresh mushroom preservation techniques. *Foods*, 10 (21), 2126. <https://doi.org/10.3390/foods10092126>.
- Catucuamba, J. (2013). *Evaluación de la producción del cultivo del hongo comestible (Pleurotus ostreatus), sobre rastrojo de cebada, con aplicación de afrecho, y diferente porcentaje de micelio, en la parroquia Pifo, provincia Pichincha* [Trabajo de grado, Universidad Estatal de Bolívar]. [https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UEB\\_2d212352e7101b15a547a9b1cacc27aa](https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UEB_2d212352e7101b15a547a9b1cacc27aa)
- Chavarrías, M. (2014). El control de la temperatura en los alimentos. *Eroski Consumer*. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-control-de-la-temperatura-en-los-alimentos.html>
- Choi, M. y Kim, G. (2020). Quality changes in *Pleurotus ostreatus* during modified atmosphere storage as affected by temperatures and packaging material. *International Society for Horticultural Science* 628 (43), 357-362. Doi: [10.17660/ActaHortic.2003.628.43](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.628.43)
- Cifuentes, W. (2019). *Propuesta de aprovechamiento de la fibra de plátano en la región del Ariari Departamento del Meta* [Trabajo de posgrado, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4925>
- Cortés, M., Ruiz, M. y Henríquez, L. (2011). Influencia del empaque y envasado sobre las propiedades fisicoquímicas del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. *Revista MZC Córdoba*, 16(2), 2594-2602. <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v16n2/v16n2a18.pdf>
- Cruz, D., Capa, D., Maza, D., Ojeda, R. y Benítez, A. (2020). Producción y valor proteico de *Pleurotus ostreatus* en la región sur de Ecuador. *Revista Avances en Ciencias e Ingenierías*, 2(2), 34-43. <https://doi.org/10.18272/aci.v12i2.1806>
- Espinoza, F. (2017). Estabilidad en el cultivo de fréjol. *Revista Líderes*, 1(1), 5-6. <https://www.revistalideres.ec/lideres/estabilidad-cultivo-frejol.html>
- Flores, A. (2017). *Manual de cultivo de hongo seta (Pleurotus ostreatus) de forma artesanal*. Universidad Nacional de México. pp. 25-26. [http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cultivo de hongo seta.pdf](http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cultivo%20de%20hongo%20seta.pdf)
- France, A., Cañumir, J. y Cortez, M. (2000). Producción de hongos ostras. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 23. Chillán, Chile. pp. 13-29. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7019%20c3%20b3nMatinezYadiraMilena2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2017). *Los hongos silvestres comestibles: Perspectiva global de su uso e importancia para la población*. pp. 21-22. <https://www.fao.org/3/y5489s/y5489s00.pdf>

- Gaitán, R., Salmones, D., Pérez, R. y Mata, G. (2006). *Manual práctico de cultivos de setas; Aislamiento, siembra y producción*. Instituto de Ecología A.C. pp. 26-30. [http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV\\_pdf/libros/Manual\\_PleurotusGaitan.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/Manual_PleurotusGaitan.pdf)
- Galvis, N. y Perea, I. (2006). *Beneficios de la comercialización del hongo comestible Pleurotus ostreatus, producido sobre desechos agroindustriales como alternativa de biocomercio, en Santiago de Cali* [Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6003/T04004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garzón, J. y Cuervo, J. (2008). Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Publicación científica en Ciencias Biomédicas*, 6(10), 3-6. <https://doi.org/10.22490/24629448.403>
- Gavidia, B. y León, Y. (2016). *Evaluación preliminar de la producción de Pleurotus pulmonaris en vainas de frijol (Phaseolus vulgaris), vainas de arveja (Pisum sativa) y rastrojo de rastrojo espinoso (Ulex europaeus) como sustratos orgánicos* [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2933/GavidiaSandivalBrillitAndreaLe>
- Guerrón, J. e Ibarra, E. (2012). *Producción y comercializar de productos biodegradables desechables a base de plátano* [Trabajo de posgrado, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1831/1/106056.pdf>
- Guo, Y., Chen, X., Gong, A., Wang, R., Zhuoya, Q., Deng, Z., Han, A., Long, H., Wang, J., Yao, W., Yang, W., Wang, J. y Li, N. (2023). Advances in Postharvest Storage and Preservation Strategies for *Pleurotus eryngii*. *School of Food and Biological Engineering*. 12 (5), 1046. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods12051046>
- Hagelberg, N. (2019). Un problema doble: el plástico también emite potentes gases de efecto invernadero. *Climate Action*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/un-problema-doble-el-plastico-tambien-emite-potentes-gases-de>
- Hoa, H., Wang, C. y Wang, H. (2015). The effects of different substrates on the growth, yield, and nutritional composition of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Microbiology*. 43 (4), 423-434. Doi: [10.5941/MYCO.2015.43.4.423](https://doi.org/10.5941/MYCO.2015.43.4.423)
- Imbaquingo, N. (2012). *Estudio de factibilidad para la implementación y comercialización de un cultivo de hongo ostra (Pleurotus ostreatus) en la comunidad La Josefina de la parroquia Cangahua. Cayambe- Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana Sede de Quito]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3736/6/UPS-YT00206.pdf>
- Kim, B. y Kwon, H. (2005). Cultivo del hongo ostra para la subsistencia en el mundo. Manual del cultivador de hongos 1. MushWorld. <https://almazul.com.ar/storage/Bibliografia/Manual%20Girgolas%20Mushworld.pdf>

- Lema, A., Basantes, E. y Pantoja, J. (2017). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 7-8. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212017000100007](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212017000100007)
- López, C., Hernández, R. y Suárez, C. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cudinarca. *Universitas Scientiarum*, 13(2), 3-4. <https://www.researchgate.net/publication/237035775>
- López, E. (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 grado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24837/1/T-ESPE-044537.pdf>
- Martínez, A. (2017). *Aprovechamiento de los residuos de la cáscara de haba (Vicia faba) mediante el cultivo del hongo Pleurotus ostreatus* [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/7035>
- Morales, A. (2016). *Cambios físicoquímicos y de compuestos con actividad antioxidante en carpóforos de Pleurotus spp. durante su almacenamiento a 2 °C* [Trabajo de posgrado, Universidad Veracruzana]. <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/Tesis-Alicia-Morales-MenaB.pdf>
- Morán, S. (2020). Nada frena los plásticos de un solo uso: más de 260 000 toneladas al año en Ecuador. *Plan V*. <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/nada-frena-plasticos-un-solo-uso-mas-260000-toneladas-al-ano-ecuador>
- Morán, T., Bautista, J., Sobal, M., Rosales, V., Candelaria, B. y Huicab, Z. (2020). Potencial biotecnológico de residuos vegetales para producir *Pleurotus ostreatus* en zonas rurales de Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(3), 5-7. <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1925/4121>
- Oropeza, M. (2017). “*Productividad y actividad antioxidante de cepas silvestres, reconstituidas e híbridas de Pleurotus djamor*” [Trabajo de posgrado, Universidad Tecnológica de la Mixteca]. <http://repositorio.utm.mx:8080/jspui/handle/123456789/80>
- Ortega, G., García, G., Betancourt, D., Álvarez, I. y Gonzáles, A. (2005). Biotransformación de Residuos Lignocelulósicos con hongos *Pleurotus*. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 36 (ed. especial), 2-6. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181220525083.pdf>
- Patiño, K. (2020). *Evaluación de la inhibición del crecimiento de fitoplancton por paja de cebada Hordeum vulgare en el Lago Yahuarcocha*. [Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10483/2/03%20RNR%20357%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

- Pinto, M. (2013). El cultivo de la arveja y el clima en el Ecuador. *Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI – Ecuador*. <http://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20%20cultivo%20de%20la%20arveja%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Piña, A., Nieto, D. y Robles, F. (2016). Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.). *Revista Interandina de Contaminación Ambiental*, 32(2), 141-151. <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2016.3.2.05.10>
- Quispe, R. (2021). *Producción del hongo comestible (Pleurotus ostreatus) utilizando diferentes tipos de sustratos en el centro agronómico K'ayra- San Jerónimo-Cusco*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6246/253T20210420\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6246/253T20210420_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rahman, S., Hassan, K., Uddin, F., Rahman, S. y Akther, M. (2020). Combined effect of low temperature and thickness of polypropylene package on shelf life and quality of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 4 (2), 127-140. <https://doi.org/10.22077/jhpr.2020.3376.1144>
- Rajarathnam, S., Bano, Z. y Patwaedhan, M. (1983). Post-harvest physiology and storage of the white oyster mushroom *Pleurotus flabellatus*. *Institute of Food Science Technology*, 18 (2), 153-162. Doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb00255.x>
- Reinoso, L. (2015). *Valoración nutricional de hongos ostras (Pleurotus ostreatus y Pleurotus sapidus) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní*. [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2267>
- Reyes, L., Camacho, T y Guevara, F. (2013). Rastrojos: Manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. *Libro técnico*, 2(7), 40-48. [https://www.zef.de/uploads/tx\\_zefportal/Publications/tbeuchelt\\_download\\_Rastrojos%20manejo,%20uso%20y%20mercados%20en%20el%20centro%20y%20sur%20de%20M%C3%A9xico.pdf](https://www.zef.de/uploads/tx_zefportal/Publications/tbeuchelt_download_Rastrojos%20manejo,%20uso%20y%20mercados%20en%20el%20centro%20y%20sur%20de%20M%C3%A9xico.pdf)
- Rodríguez, C., Hernández, R., Suarez, C., & Borrero, M. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum*, 13(2), 128 - 134. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/1417>
- Rodríguez, L. y Fernández, X. (2003). Los frijoles (*Phaseolus vulgaris*): Su aporte a la dieta del costarricense. *Acta Médica Costarricense*, 45(3). [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-60022003000300007](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022003000300007)

- Romero, O., Huerta, M., Huato, M., Domínguez, F. y Arellano, D. (2009). Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. *Revista Colombiana Biotecnológica* 11(2), 2-3. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012334752009000200015&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012334752009000200015&script=sci_abstract&tlng=es)
- Romero, O., Valencia, M., Rivera, J., Tello, I., Villarreal, O. y Huato, M. (2018). Capacidad productiva de *Pleurotus Ostreatus* utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15 (2), 145-158. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722018000200145](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722018000200145)
- Royse, D. y Zaki, S. (2017). Yield stimulation of *Pleurotus flabellatus* by dual nutrient supplementation of pasteurized wheat staw, *Mushroom Science*, 13(2), 545-547. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852403001512>
- Ruilova, M., Martínez, E., Reyes, W y Cobos, F. (2020). Evaluación de la productividad del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado por fermentación sólida, en residuos agrícolas típicos de la provincia Bolívar- Ecuador. *Journal of Science and Research*. 5(1), 2-10. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1011/710>
- Ruilova, M. y Hernández, A. (2014). Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. *Revista ICIDCA*, 12(1), 54-59. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223131337008.pdf>
- Salmones, D., Gaitán, R., Pérez, R. y Guzmán, G. (1997). Estudios sobre el género *Pleurotus*. VIII. Interacción entre crecimiento micelial y productividad. *Revista Iberoamericana Micológica*, 14. 173-176. <http://www.reviberoammicol.com/1997-14/173176.pdf>
- Salmones, D. (2017). *Pleurotus djamor*, un hongo con potencial aplicación biotecnológica para el neotrópico. *Revista mexicana de micología*, 46, 73-85. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v46/0187-3180-rmm-46-73.pdf>
- Souza, E., Koshikumo, E., Freitas, R. y Silva, R. (2003). Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes residuos agrícolas. *Ciencia e Agroecología*, 27 (6), 1363-1368. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000600022>
- Tinoco, J. (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” [Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12154>
- Valencia, D. (2020). *Aplicación de radiación UV-C como tratamiento poscosecha en hongos tipo ostra (Pleurotus ostreatus)* [Trabajo de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23397/1/T-ESPE-044128.pdf>
- Varnero, M., Quiroz, M. y Álvarez, C. (2010). Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Información Tecnológica*, 21(2), 13-20. Doi: [10.1612/inf.tecnol.4154it.09](https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.4154it.09)

- Vásquez, D. (2022). *Producción de hongos gourmet (Pleurotus ostreatus Jacq.) mediante el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en la Granja Experimental La Pradera* [Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12153>
- Ventura, R., Colinas, M., Martínez, M. y Valle, S. (2011). Atmósferas modificadas, frigo conservación e inhibidores de oscurecimiento en poscosecha de *Pleurotus ostreatus*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 197-206. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n2/v2n2a2.pdf>
- Villar, L. (2021). *Sustratos provenientes de residuos agrícolas en la producción del hongo comestible Pleurotus djamor (Fr.) Boedijn en Tingo María*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1985/TSLMVP2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>