



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERIA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS A BASE DE ASERRIN DE**  
***Eucalyptus globulus* Labill PARA EL CULTIVO DEL HONGO**  
**COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm (HONGOS**  
**OSTRA).**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de investigación.

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

**SAMANTA PAOLA FLORES BRACERO**

Riobamba – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERIA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS A BASE DE ASERRIN DE**  
***Eucalyptus globulus* Labill PARA EL CULTIVO DEL HONGO**  
**COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm (HONGOS**  
**OSTRA).**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de investigación.

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** SAMANTA PAOLA FLORES BRACERO

**DIRECTOR:** MSc. DANIEL ARTURO ROMÁN ROBALINO

Riobamba – Ecuador

2024

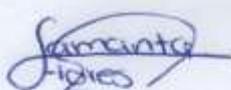
© 2024, **Samanta Paola Flores Bracero**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Samanta Paola Flores Bracero, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Proyecto de investigación: EVALUACIÓN DE TRES SUSSTRATOS A BASE DE ASERRIN DE *Eucalyptus globulus* LAMIN PARA EL CULTIVO DEL BONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus* (Sing.) P. Karst. GRUPOS OSTRALES, realizado por la autora SAMANTA PAOLA FLORES BRACERO, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal Autorizante, el mismo que cumple con los requisitos académicos, técnicos, legales, así como el Tribunal Autoriza su presentación.



**Samanta Paola Flores Bracero**  
175576941-9

FIRMA

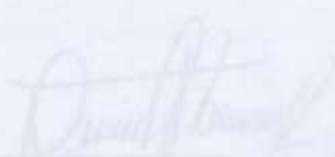
FECHA

MSc. Miguel Ángel Cordero Chávez  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024-06-05

MSc. Daniel Arturo Román Rubalcava  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-06-05

MSc. Carlos Espinoza Cayula Caba  
MIEMBRO DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-06-05



## DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mi querida Mamita Rocy, hermanos Grecia y Oscar, mi pequeño Matías, Mis abuelitos Marujita y Antonio y mis inseparables amigos: Nico, Kathy, Kary, Cami y Pau.

Hoy quiero dedicarles estas palabras con la más profunda gratitud por el invaluable apoyo moral que me brindaron durante la realización de mi proyecto. Su aliento constante y su fé inquebrantable en mis capacidades fueron el motor que me impulsó a seguir adelante en los momentos difíciles.

Mami Rocy, gracias por tu amor incondicional y por ser mi mayor fuente de inspiración. Tus palabras de aliento y tu confianza en mí me dieron la fuerza para superar cualquier obstáculo. Grecia y Oski, gracias por ser mis hermanos y compañeros de vida. Su apoyo y comprensión fueron fundamentales para mantenerme motivada durante este desafiante proceso.

Matías, mi pequeño sobrino, tu inocencia y alegría me recordaban el por qué sigo luchando por mis sueños. Tus abrazos y sonrisas fueron un bálsamo para mi alma en los momentos de mayor estrés. Mamita y Papito, su sabiduría y experiencia fueron una guía invaluable en este camino. Sus palabras de aliento me recordaban la importancia de la perseverancia y la paciencia.

Nico, Kathy, Kary, Cami y Pau, mis amigos entrañables, gracias por ser mi refugio y mi familia elegida. Sus palabras de ánimo, sus consejos sinceros y sus constates bromas me ayudaron a mantener el equilibrio y la cordura durante este viaje.

A mi Papi Mane, aunque ya no estás físicamente con nosotros, tu presencia se siente en cada paso que doy. Tu amor, tu sabiduría y tus consejos fueron los cimientos sobre los que construí mi camino. Y, por último, Rayo, mi fiel compañero gatuno, gracias por tu compañía incondicional, tus ronroneos y tu suave pelaje me brindaban la calma que necesitaba para seguir adelante. A todos ustedes, quiero expresarles mi más sincero agradecimiento por ser los pilares de apoyo que me permitieron alcanzar este logro. Su amor, su confianza y su aliento fueron esenciales para convertir mi sueño en realidad.

Samanta Paola Flores Bracero

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, con el corazón rebosante de gratitud, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por la invaluable oportunidad que me brindaron de formarme como profesional en la Escuela de Ingeniería Forestal.

Durante mi paso por esta institución, no solo adquirí conocimientos técnicos y científicos, sino que también aprendí valores fundamentales como la responsabilidad, la ética y el compromiso con el medio ambiente.

De manera especial, quiero agradecer a los ingenieros Danilo Román, Hugo Rodríguez, Carlos Carpio y Rosita Castro, quienes, con su dedicación y pasión por la docencia, me inspiraron y me guiaron en el camino hacia el éxito profesional.

Asimismo, agradezco a todos aquellos profesores que, a lo largo de mi formación, compartieron sus conocimientos y experiencias conmigo, contribuyendo a mi desarrollo personal académico. Mi más sincero agradecimiento a Fungi Andino por ser mi guía durante mi proyecto de tesis. Su invaluable apoyo y su amplia experiencia en el campo de micología fueron fundamentales para la culminación exitosa de mi proyecto.

A mis compañeros de clase, con quienes compartí momentos de aprendizaje, amistad y colaboración. Hoy me siento orgullosa de ser parte de esta institución.

Samanta Paola Flores Bracero

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Hipótesis .....	3
1.4.1 Hipótesis nula .....	3
1.4.2 Hipótesis alternativa .....	3
CAPÍTULO II .....	4
2. Marco teorico.....	4
2.1 Eucalipto .....	4
2.1.1 Taxonomía de <i>Eucalyptus globulus</i> .....	4
2.1.2 Distribución .....	4
2.1.3 Descripción general de <i>Eucalyptus globulus</i> . .....	4
2.2 Hongo ostra .....	5
2.2.1 Taxonomía <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	5
2.2.2 Descripción general de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	5
2.2.3 Importancia del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> . .....	6
2.3 Cultivo de hongos comestibles.....	6

2.3.1	Medio de reproducción .....	6
2.3.2	Factores que afectan el cultivo.....	6
2.3.2.1	Temperatura.....	7
2.3.2.5	Ventilación.....	7
2.3.3	Métodos de cultivo de hongos según el material que los contiene .....	8
2.4	Fases del cultivo de hongos.....	9
2.4.1	Preparación del sustrato: .....	9
2.4.2	Pasteurización .....	9
2.4.3	Siembra .....	9
2.4.4	Inoculación.....	10
2.4.5	Fructificación .....	10
2.4.6	Cosecha .....	10
2.5	Características de los materiales .....	10
2.5.1	Características del aserrín del <i>Eucalyptus globulus</i> como sustrato.....	10
2.5.2	Características de la fibra de coco como sustrato .....	11
2.5.3	Características de la cascarilla de arroz .....	11
2.6	Tipo de contaminación.....	11
2.6.1	Contaminación microbiológica .....	12
2.6.2	Bacterias.....	12
2.6.3	Hongos .....	12
2.6.4	Insectos.....	13
2.7	Relación entre el sistema forestal y hongos .....	13
2.7.1	Importancia de los hongos en el medio forestal.....	13
2.7.2	Degradación de lignina por hongo. ....	13
CAPITULO III.....		14
3.	Marco metodológico .....	14
3.1	Características del lugar .....	14
3.1.1	Localización del lugar .....	14
3.1.2	Ubicación geográfica .....	15

3.1.3	Condiciones Climáticas.....	15
3.2	Materiales y equipos.....	15
3.2.1	Materiales de campo .....	15
3.2.2	Elaboración del sustrato .....	15
3.2.3	Equipos y herramientas .....	16
3.2.4	Reactivos.....	16
3.2.5	Material biológico .....	16
3.3	Metodología de la investigación .....	16
3.3.1	Operacionalización de las variables .....	16
3.3.2	Diseño experimental.....	17
3.3.3	Variables evaluadas.....	17
3.4	Proceso de elaboración de sustrato.....	17
3.4.1	Composición del sustrato .....	18
3.4.2	Elaboración del sustrato .....	19
CAPITULO IV.....		26
4.	MARCO DE ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	26
4.1	Resultados de las variables evaluadas .....	26
4.1.1	Precocidad.....	26
4.1.2	Productividad .....	27
4.1.3	Sustratos contaminados.....	29
4.1.4	Eficiencia biológica.....	29
4.1.5	Costo de producción.....	31
4.2	Resultados de discusión.....	33
CAPITULO V.....		35
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
5.1	Conclusiones .....	35
5.2	Recomendaciones.....	36
BIBLIOGRAFÍA .....		
ANEXOS .....		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Clasificación taxonómica de <i>Eucalyptus globulus</i> .....	4
<b>Tabla 2-2:</b> Clasificación taxonómica de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	5
<b>Tabla 3-2:</b> Composición de los sustratos.....	18
<b>Tabla 4-4:</b> Resultados de la variable precocidad.....	26
<b>Tabla 5-4:</b> Resultados de la variable productividad .....	28
<b>Tabla 6-4:</b> Resultados de la variable Eficiencia biológica.....	30
<b>Tabla 7-4:</b> Costo de producción tratamiento A .....	31
<b>Tabla 8-4:</b> Costo de producción tratamiento AC.....	32
<b>Tabla 9-4:</b> Costo de producción tratamiento AF.....	32

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-3:</b> Mapa de ubicación elaboración y fructificación de hongos.....	14
<b>Ilustración 2-3:</b> Sierra circular para trozas.....	20
<b>Ilustración 3-4:</b> Partícula de aserrín adecuada.....	20
<b>Ilustración 4-4:</b> Cálculo del peso de los polvos adicionales.....	21
<b>Ilustración 5-4:</b> Mezcla de los ingredientes en polvo de los sustratos.....	22
<b>Ilustración 6- 4:</b> Pasteurización de los sustratos.....	22
<b>Ilustración 6-4:</b> Incorporación del micelio en el sustrato. ....	23
<b>Ilustración 7-4:</b> Cuarto de inoculación.....	23
<b>Ilustración 8-4:</b> Ubicación del sustrato en el invernadero de fructificación.....	24

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

**ANEXO B:** PASTEURIZACIÓN Y SIEMBRA

**ANEXO C:** INOCULACION DEL SUSTRATO

**ANEXO D:** COSECHA Y TOMA DE DATOS

**ANEXO E:** CONSERVACIÓN Y PREPARACIÓN

## RESUMEN

El propósito fundamental de este proyecto radica en la evaluación de tres variantes de sustratos basados en aserrín de *Eucalyptus globulus* para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Se llevaron a cabo tres formulaciones distintas de sustratos, los cuales fueron sometidos a una evaluación de eficiencia biológica y a un análisis económico detallado. La preparación de los sustratos se basó en el uso de fundas de PVC que contenían 1 kg de material. Los tratamientos consistieron en: el primero, compuesto en su totalidad por aserrín; el segundo, formado por 75% de aserrín y 25% de cascarilla de arroz; y el último, que incluyó 75% de aserrín y 25% de fibra de coco. Estos tratamientos siguieron un proceso de seis fases en el cultivo: preparación del sustrato, pasteurización, siembra, inoculación, fructificación y cosecha. Para el análisis estadístico, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis a través del software Infosta, revelando diferencias significativas entre los sustratos evaluados, siendo el tratamiento de 100% aserrín el más destacado. Los resultados indican que el sustrato elaborado con aserrín de *Eucalyptus globulus* exhibe el mayor porcentaje de eficiencia biológica. En términos de inversión, se determinó que este tratamiento es el más rentable, considerando tanto el capital invertido como el producto obtenido. Se recomienda cuidadosa selección de la partícula de aserrín y otros materiales, así como una rigurosa asepsia en la elaboración de las unidades experimentales, particularmente en la fase de selección del material y la procedencia de los componentes.

Palabras clave: <APROVECHAMIENTO >, <EFICIENCIA BIOLÓGICA >, <*Eucalyptus globulus*>, <SOSTENIBLE>, <*Pleurotus ostreatus*>, <PRECOCIDAD>, <PRODUCTIVIDAD>.

0728-DBRA-UPT-2024

12-06-2024

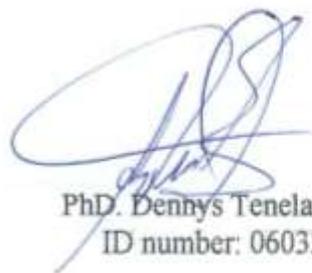


## ABSTRACT

This research aimed to assess three variants of substrates based on *Eucalyptus globulus* sawdust for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Three different substrate formulations were carried out, which were subjected to a biological efficiency evaluation and a detailed economic analysis. The preparation of the substrates was based on the use of PVC bags containing 1 kg of material. The treatments consisted of the first, composed entirely of sawdust; the second, made up of 75% sawdust and 25% rice husks; and the last, which included 75% sawdust and 25% coconut fiber. These treatments followed a six-phase process in cultivation: substrate preparation, pasteurization, sowing, inoculation, fruiting and harvest. For the statistical analysis, the Kruskal-Wallis test was used through the Infosta software. There were significant differences between the substrates evaluated, with the 100% sawdust treatment being the most notable. The results indicated that the substrate made with *Eucalyptus globulus* sawdust exhibits the highest percentage of biological efficiency. In terms of investment, the aspects that make this treatment the most profitable will be considered, considering both the capital invested and the product obtained. Careful selection of the sawdust particle and other materials was recommended, as well as rigorous asepsis in the preparation of the experimental units, particularly in the material selection phase and the origin of the components.

**Keywords:** <USE>, <BIOLOGICAL EFFICIENCY>, <*Eucalyptus globulus*>, <SUSTAINABLE>, <*Pleurotus ostreatus*>, <EARLY>, <PRODUCTIVITY>.

Riobamba, June 25th, 2024



PhD. Dennys Tenelanda López  
ID number: 0603342189

## INTRODUCCIÓN

El mundo al contar con una gran cantidad de industrias que con cada proceso que realizar produce una gran cantidad de partículas contaminantes, muchas de estas industrias no cuentan con un proceso de remediación.

Las industrias forestales del Ecuador producen cantidades relevantes de madera aserrada, una de las especies más utilizadas en la producción de madera corresponde a *Eucalyptus globulus* o “eucalipto”. De los cuales se aprovecha mayormente los troncos del árbol o trozas, que en su mayoría se ocupa para las construcciones de casas, estructuras, carbón y leña, siendo estas la mayor fuente de ingreso para las comunidades aledañas. Sin embargo, no es considera la cantidad de aserrín generado por el procesamiento de la misma, el mismo no cuentan con un proceso adecuado para su descomposición, lo que genera un problema global ambiental que se estima de entre 20-30% de la madera que se corta (González, 2008; Oliva,2008; citados en Ledesma et al., 2023, pag.2).

Una forma de reducir el aserrín de esta especie es darle un nuevo uso y valor en nuevos productos, como la producción de sustratos para el fructificación de hongos comestibles. Los hongos son organismos heterótrofos que se alimentan de materia orgánica por lo que son capaces de descomponer materiales ricos en lignocelulosa como es el aserrín.

Los hongos son una fuente de proteína y otros nutrientes, por lo que su producción puede generar un beneficio económico con bajo presupuesto a corto plazo, creado a partir de este residuo forestal.

El desconocimiento de tratamientos residuales para este residuo forestal ha llevado a un inadecuado uso ya sea usándolo como medio de combustión que emite gases que contaminan el aire o simplemente siendo una partícula contaminante en los ríos y lagunas.

La presente investigación busca encontrar un uso sostenible para el aserrín de *Eucalyptus globulus*. Para ello, se evaluará el rendimiento de la producción de *Pleurotus ostreatus* en función de tres tipos de sustratos: aserrín de madera, cascarilla de arroz y fibra de coco. Calculando la eficiencia biológica de los sustratos, precocidad, producción, costo de producción y mano de obra en los mismo.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 1.1 Planteamiento del problema

El aserrín es un material residual que se produce al trabajar la madera. El 80% de los residuos de aserrín se comercializan para su uso en diversos productos, como papel, tableros, abonos o sustratos. El 10% se utilizan para autoconsumo o se acumulan. Lo que ha generado que con el paso del tiempo este residuo forestal se acumule en grandes cantidades (Gualpa, M et al., 2018: pag.230).

El aserrín genera un problema ambiental, si es incinerado libera gases contaminantes, como el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases, contaminando así el aire. Al ser depositado en vertederos este se convierte en una pequeña partícula contaminante del agua en ríos y lugares con afluencia de agua. material combustible, es considerado como un riesgo de incendio ya que este es utilizado como material de combustión. La acumulación del aserrín puede crear un problema estético y dificulta el uso del suelo para otros propósitos (Maza et al., 1998: pag.4).

El mal uso del aserrín es un problema global que afecta a países de todo el mundo, al no contar con un proceso residual adecuado. Muchos de estos procesos requieren de una alta inversión para esta industria, la cual en muchas ocasiones está dirigida por personas que no cuentan con los recursos necesarios para realizar estos tratamientos residuales.

#### 1.2 Justificación

El cultivo de hongos comestibles hola con la utilización de residuos forestales permiten reducir la contaminación ambiental y establecer fuentes de producción sostenibles en comunidades que no cuentan con áreas extensas el acceso a la tierra es reducido. El cultivo de hongos comestibles apunta al desarrollo rural con la generación de empleos en el área de los alimentos como una opción viable para el mejoramiento de la calidad de vida de la población circundante.

Los hongos comestibles son un producto de alto valor y la demanda de hongos está creciendo con el pasar de los años. Al evaluar los sustratos determinamos el sustrato que ofrece los mejores resultados en términos de rendimiento, calidad y costos de producción. También contribuye al desarrollo de tecnologías que mejoren el cultivo de hongos comestibles en aserrín.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Evaluar tres tipos de sustrato a base de aserrín de *Eucalyptus globulus* para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Analizar la producción de *Pleurotus ostreatus* bajo tres tipos de sustrato conformado por diferentes proporciones de aserrín y otros materiales.

Evaluar la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* bajo tres tipos de mezclas de aserrín de *Eucalyptus globulus* y otros materiales.

Realizar el análisis económico de la producción de *Pleurotus ostreatus* en función de los sustratos en estudio.

### **1.4 Hipótesis**

#### ***1.4.1 Hipótesis nula***

El sustrato a base de merma forestal no favorece el fructificación de hongos comestibles.

#### ***1.4.2 Hipótesis alternativa***

Al menos uno de los sustratos a base de merma forestal favorece el cultivo de hongos comestibles.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1 Eucalipto

##### 2.1.1 Taxonomía de *Eucalyptus globulus*

**Tabla 1-2:** Clasificación taxonómica de *Eucalyptus globulus*.

TAXONOMÍA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Equisetopsida
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae
Género	<i>Eucalyptus</i>
Especie	<i>Eucalyptus globulus</i>
Nombre Común	Eucalipto

Fuente: S. Asenjo, 2014

##### 2.1.2 Distribución

Es una especie originaria de Australia su notable capacidad de adaptación a diferentes climas y suelo le ha permitido crecer en una amplia variedad de regiones con diferentes climas y tipos de suelos como son: Argentina, Australia, Bolivia, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Perú y Estados Unidos, el *Eucalypto globulus* se ha plantado con diversos fines, como la producción de pulpa para la industria papelera, la obtención de aceites esenciales y la reforestación (Asejo, S., 2014: pag.82).

##### 2.1.3 Descripción general de *Eucalyptus globulus*.

*Eucalyptus globulus* es un árbol grande y frondoso que puede alcanzar hasta 100 metros de altura, de corteza gris y copa redondeada. Presenta un follaje que cambia en el tiempo las hojas jóvenes son opuestas y de color verde claro, mientras que las adultas son alternas y de color verde oscuro, ambas desprenden un aroma penetrante con una sustancia con propiedades medicinales. Las flores son blancas, grandes y se agrupan en racimos axilares. El fruto es una cápsula de color verde claro, que mide entre 1,5 y 3 centímetros de diámetro (Quispe, M., 2022: pag.12).

Esta especie forestal presenta un color amarillo anaranjado claro según la tabla de mushell se encuentra en el tono (HUE 10YR-8/3), presenta un vetado en bandas paralelas, satinado poco pronunciado, textura media, grano recto desviado a entrecruzado por nudosidades, un olor agradable ligero (mentol), posee un sabor agradable no distintivo, un lustre medio y anillos de crecimiento visibles. Poros solitarios, redondeados. Parénquima axial paratraqueal y apotraqueal difuso, contiene goma (Xiloteca Facultad Recursos Naturales,2023).

## 2.2 HONGO OSTRA

### 2.2.1 Taxonomía *Pleurotus ostreatus*

**Tabla 2-2:** Clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus*

TAXONOMÍA	
<b>Reino</b>	Fungi
<b>División</b>	Basidiomycota
<b>Clase</b>	Agaricomycetes
<b>Orden</b>	Agaricales
<b>Género</b>	<i>Pleurotus</i>
<b>Especie</b>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
<b>Nombre Común</b>	Hongo ostra

Fuente: P, Kummer, 1871

### 2.2.2 Descripción general de *Pleurotus ostreatus*.

*Pleurotus ostreatus* es un hongo comestible y medicinal, el nombre vulgar de este hongo proviene de su similar forma a una ostra. Tiene un sombrero aplanado y con forma de abanico, que puede medir de entre 5 y 25 centímetros. El color del sombrero varía de blanco a amarillento, si este cambia de color indica que el hongo no fue cosechado en el tiempo adecuado.

Debajo del sombrero, encontramos el himenio que está formado por un conjunto de láminas que van desde el pie hasta el perfil del sombrero, estas laminas son espaciosa y anchas su color es blanco, en estas laminas encontramos las esporas las cuales son muy diminutas, casi cilíndricas de color blanco, en gran número, forman masas de polvo de color blanco. El pie de este hongo es blanco y ligeramente duro (Holgado,M., 2018: pag.15-18).

### **2.2.3 Importancia del hongo *Pleurotus ostreatus*.**

Los hongos comestibles pertenecientes al género *Pleurotus*, conocidos comúnmente como hongos ostra, son una fuente nutritiva que proporciona diversos beneficios para la salud. Representan entre el 51% y el 61% de carbohidratos en relación a su peso seco, convirtiéndose así en una relevante fuente de energía. Asimismo, el 26% de su composición nutricional corresponde a proteínas, que poseen un elevado contenido de aminoácidos esenciales. Además, el 11,9% corresponde a fibra, la cual desempeña un papel crucial en el mantenimiento de una adecuada digestión (Hernandez, R et al., 2002: pag.4-10).

*Pleurotus ostreatus* se conoce las propiedades antioxidantes con las que cuenta mismas que atacan a los hp radicales libres y protegen el organismo con la dotación de una gran cantidad de vitamina C, potasio, calcio y fósforo. Es por ello la importancia de su uso y consumo en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y el control en enfermedades detectadas como crónicas regulando y fortaleciendo el sistema inmunológico, así como el tratamiento ustedes balance de la presión arterial. La gran cantidad de vitaminas que contiene aporta a la regulación antes mencionaba entre las principales se encuentran niacina, la tiamina, la cobalamina y la vitamina C (Hernandez, R et al., 2002: pag.4-10).

## **2.3 Cultivo de hongos comestibles**

### **2.3.1 Medio de reproducción**

*Pleurotus ostreatus* es un hongo saprofito lo que quiere decir que su alimentación está basada en materia orgánica en descomposición que contienen gran cantidad de lignina, hemicelulosa y celulosa. Como es el caso de la madera y sus residuos, el hongo al realizar su digestión expulsa enzimas al exterior siendo capaces de descomponer los desechos producidos por la industria maderera. El hongo cierra el ciclo de nutrientes transformando la materia orgánica en inorgánica, para que esta al tener contacto con el suelo puedan ser transformado en materia orgánica mediante la fotosíntesis (Ferriol,M., 2023: pag.15-18).

### **2.3.2 Factores que afectan el cultivo**

Para garantizar un cultivo óptimo de hongos se debe mantener el control de forma permanente de la temperatura ambiente, un proceso de humificación adecuado, el área producción debe contar

con suficiente luz y ventilación a fin de que los organismos heterótrofos se alimenten de la materia orgánica proporcionada.

#### *2.3.2.1 Temperatura.*

Es uno de los factores ambientales más importantes para el cultivo de hongos. La temperatura óptima para el crecimiento del micelio es de 15 a 20 °C. En estado de fructificación, la temperatura ideal es de 20 a 30 °C. Si la temperatura es demasiado baja, el micelio se desarrollará lentamente o incluso se detendrá. Si la temperatura es demasiado alta, el micelio puede morir. Los cambios bruscos de temperatura pueden dañar el micelio y los cuerpos fructífero (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

#### *2.3.2.2 Riego.*

Debe ser ligero suave y en gotas pequeñas para no dañar los primordios, es recomendable regar el agua hacia arriba para que las gotas se depositen con facilidad en el sustrato, no es recomendable regar cuando los cuerpos fructíferos se encuentran en crecimiento pues esto reduce el factor de crecimiento de los mismos (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

#### *2.3.2.3 Humedad*

También es un factor importante para el cultivo de hongos. La humedad relativa óptima es de 70 a 90 %. Si la humedad es demasiado baja, el sustrato se secará y el micelio morirá. Si la humedad es demasiado alta, se pueden producir problemas de hongos contaminantes (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

#### *2.3.2.4 Luz*

No es necesaria para la inoculación en el sustrato, pero sí es necesaria para el fructificación, los hongos necesitan luz indirecta para desarrollar los cuerpos fructíferos (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

#### *2.3.2.5 Ventilación*

Los hongos son cuerpos aeróbicos por lo que necesitan de aire fresco en su crecimiento. Proporcionar oxígeno al sustrato y evitar que se acumulen contaminaciones. Si la ventilación es

insuficiente, los hongos pueden morir por asfixia. En el caso de que la ventilación sea abundante el sustrato empezara a secarse. Al concluir una cosecha es recomendable ventilar el espacio en donde se encontraban los tratamientos (Silva, R et al 2010: pag.13).

### **2.3.3 Métodos de cultivo de hongos según el material que los contiene**

Los métodos de cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus* varían en función del material que los contiene. El método más adecuado para un cultivo en particular dependerá de factores como la escala de producción, los recursos disponibles y las preferencias del cultivador.

Los métodos más utilizados, según el material que los contiene, son:

#### **2.3.3.1 Fundas de PVC**

El tamaño varía en función de la producción del sustrato, de la cual dependerá la eficiencia biológica. Teniendo en cuenta que, a mayor peso de sustrato, mejor y más abundante será la cosecha.

Las etapas de producción de este método son: preparación del sustrato, pasterización, siembra, inoculación, fructificación y cosecha (Flores, S.; 2005 citada en Aguinaga, P., 2012: pag.11-13).

#### **2.3.3.2 Cultivo en bandejas**

Este método cuenta con las mismas etapas de producción que de las fundas de PVC, pero se diferencia en la forma de sembrar el micelio. En este caso, se coloca el sustrato y el micelio en capas, para que la colonización sea más uniforme (Vedder.;1996 citada en Aguinaga, P., 2012: pag.16-17).

Antes de colocar el sustrato, se forra la bandeja con una lámina de plástico la misma que permitirá envolver el sustrato en la inoculación del sustrato, esta deberá ser retirada en el periodo de fructificación. Esta lámina ayuda a mantener el sustrato hidratado y aislado de contaminantes. Este método requiere de una cámara fructificadora para mantener las condiciones adecuadas para el crecimiento de los hongos (Vedder.;1996 citada en Aguinaga, P., 2012: pag.16-17).

#### **2.3.3.3 Cultivo en botellas**

Esta metodología tiene como objetivo automatizar la producción de hongos ostra en sustratos de granos gastados, una tarea que normalmente demanda una considerable cantidad de mano de obra. La utilización de recipientes como botellas simplifica la manipulación y el monitoreo de las

condiciones ambientales, mejorando así el desarrollo eficiente de los hongos. A pesar de lograr un rendimiento superior, la desventaja de este enfoque radica en los elevados costos asociados con los implementos necesarios (kwon et al, 2005 citada en Aguinaga, P., 2012: pag.16-17).

## **2.4 Fases del cultivo de hongos**

El cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus*, es un proceso relativamente sencillo que puede realizarse a pequeña o gran escala. Las fases principales del cultivo son las siguientes:

### **2.4.1 Preparación del sustrato:**

En esta fase de cultivo debemos elegir el tamaño adecuado de las partículas para cada sustrato, ya que si sus partículas son demasiado pequeñas el sustrato se compactará, y no permitirá una adecuada circulación del aire, por el contrario, si son demasiado grandes, el sustrato no retendrá la humedad de forma adecuada. En esta etapa se tritura y mezcla el material hasta obtener partículas de tamaño uniforme.

Se coloca el sustrato en las bolsas de polipropileno de 1kg, al terminar de rellenar lo sellamos con una banda elástica (Montenegro, I et al 2021: pag.11-49).

### **2.4.2 Pasteurización**

Es un proceso que elimina los microorganismos contaminantes del sustrato. Se realiza sometiendo el sustrato a una temperatura de entre 90 y 120 °C durante 10 horas. Este proceso se lleva a cabo por la evaporación del agua (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

### **2.4.3 Siembra**

Consiste en introducir el micelio del hongo en el sustrato. El micelio es el organismo vegetativo del hongo, y es el encargado de colonizar el sustrato y producir los cuerpos fructíferos.

Se realiza colocando partes del micelio dentro del sustrato. Es importante compactar el sustrato de forma uniforme para evitar la formación de bolsas de aire y contar con una exhaustiva desinfección del espacio en el que se realizara este proceso (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

#### **2.4.4 Inoculación**

Es el proceso en el que el micelio crece y coloniza el sustrato. Durante esta etapa, el sustrato debe mantenerse en un lugar oscuro y a una temperatura de entre 20 - 25 °C. Este proceso finaliza cuando el sustrato se encuentra completamente blanco (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

#### **2.4.5 Fructificación**

Es el proceso en el que el micelio produce los cuerpos fructíferos, que son los hongos comestibles. Durante el fructificación, es importante disminuir la temperatura a entre 12 y 18 °C. También es importante proporcionar luz indirecta, ya que esto ayuda a la formación de los cuerpos fructíferos. Se mantienen un riego constante del espacio en donde se encuentran las unidades experimentales (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

#### **2.4.6 Cosecha**

Se realiza cuando los cuerpos fructíferos están maduros. Los cuerpos fructíferos maduros tienen el sombrero plano y los bordes no redondeados. El sustrato puede producir varias cosechas, por lo que es importante cosechar los cuerpos fructíferos de forma adecuada, para no dañar el sustrato (Montenegro, I et al 2021: pag.24-49).

### **2.5 Características de los materiales**

#### **2.5.1 Características del aserrín del *Eucalyptus globulus* como sustrato.**

El sustrato utilizado es conocido como duramen este se forma por el envejecimiento del árbol siendo que al no estar conformado por células vivas se encuentra biológicamente inactivo y considerado como leño sin cumplir funciones de sostén (Barahona Olmos, 2005 citada en Varela, M.; 2023: pág. 10-30).

El sustrato duramen tiende a ser de coloración oscura y su tejido es compacto y escaso de nutrientes, por lo que resiste en mayor proporción la introducción de hongos e insectos presentando durabilidad y altos contenidos de células parenquimatosas por el depósito de taninos, resinas, grasas, carbohidratos y otras sustancias como resultado de la transformación de materiales de reserva contenidos en las células parenquimatosas (Monteoliva et al., 2015 citada en Varela, M.; 2023: pág. 10- 30).

### ***2.5.2 Características de la fibra de coco como sustrato***

Se utiliza la fibra de coco como un sustrato adecuado debido que permite el paso de aire al ser poroso y adicionalmente es un base que retiene la humedad, Al tener una estructura estable físicamente y presentar un PH de 5 – 6 Es adecuado para la producción de hongos comestibles (Muñoz, Z.; 2007: pág. 6-7).

Según Roselló et al. (1999), el sustrato de coco requiere de una elevada cantidad de nitrógeno, que debe ser compensada con fertilización. Con respecto al pH, el mismo autor señala que el cultivo realizado en el sustrato presenta problemas debido a su alta acidez, pero puede ser un sustituto aceptable de la turba ya que presenta menor compactación y pérdida de volumen. Se debe mencionar que el sustrato de fibra de coco tiene como ventaja que no se encuentra sujeto a los riesgos derivados del proceso de compostaje. Además, se encuentra exento de semillas de malezas, plagas y enfermedades, ya que es sometido a altas temperaturas durante su procesamiento industrial.

### ***2.5.3 Características de la cascarilla de arroz***

En el proceso de molienda del arroz se obtiene la cáscara o capa más fina hoy siendo esta adecuada como sustrato debido a que se encuentra compuesta de aproximadamente 35 a 40% de celulosa, así como también de entre 15 a 20% de hemicelulosa y finalmente de 20 a 25% de lignina (Zambrano, G et al., 2021: pág. 429-445).

Se considera la existencia de cuatro tipos de cáscara de arroz determinándose por la fracción inorgánica de su contenido que se encuentra entre un 95% hasta un 98% de sílice hidratada amorfo, de esta forma se identifica su baja densidad y el a alto volumen para la utilización en la producción agrícola (Zambrano, G et al., 2021: pág. 429-445).

La estructura simétrica de la superficie abacial externa de la cascarilla de arroz se encuentra construida por papilas simples también conocidas como celdas convexas, la detección de silicio en toda la superficie y separadas por surcos a esto lo llamamos exocarpo (Zambrano, G et al., 2021: pág. 429-445).

## **2.6 Tipo de contaminación**

### **2.6.1 Contaminación microbiológica**

Se ha considerado que la principal causa de pérdidas económicas en la producción o cultivo de hongos se encuentra determinada por la contaminación microbiológica debido a que dichos microorganismos detienen el crecimiento y por ende se reduce la producción de los mismos, determinando lo siguiente:

Al existir contaminación por microorganismos estos no permiten que el hongo se alimente de manera adecuada debido a que consumen el sustrato de mejor calidad y reducen el crecimiento del hongo. Es importante mantener control periódico de microorganismos contaminantes debido a que producen sustancias tóxicas que dañen al hongo comestible y a su vez pueden causar enfermedades al consumidor que en casos de extremos podría llegar a la muerte (Martínez, F. 2020: pág. 40- 50).

Alteración del sabor y la textura: La fermentación de los azúcares por las levaduras puede alterar el sabor y la textura del hongo. Las enfermedades que se manifiestan en los cuerpos fructíferos son causadas en gran medida por bacterias y virus. Estos microorganismos se propagan rápidamente a través del agua, de insectos o utensilios sucios, por lo que su tratamiento y control es realmente difícil (Martínez, F. 2020: pág. 40- 50).

Las enfermedades se favorecen con la humedad excesiva, el calor y una escasa ventilación, provocando que, en los púleos de los hongos, aparezcan zonas de color amarillo, anaranjado o café, que se pudren con rapidez y despiden un mal olor, afectando los rendimientos de producción. (Gaitán et al., 2006 citado en Martínez, F. 2020: pág. 40- 50).

### **2.6.2 Bacterias**

Las bacterias del género *Pseudomonas*, degradan el sustrato con una apariencia de algodón es una bacteria altamente versátil, que puede vivir en diversos climas. Al contaminar el sustrato se ve una capa con apariencia de algodón que desprende un fuerte olor (Iriquin, I. 2020: pág. 4-15).

### **2.6.3 Hongos**

Los hongos que se encuentra en su mayoría presentes en los sustratos es *Trichoderma sp* presenta una apariencia a moho verde no posee olor, *Verticillium fungicola* se muestra como una mancha marrón y se puede dar por un mal manejo de los instrumentos o una partícula en el aire que se expandió en él es sustrato (Iriquin, I. 2020: pág. 4-15).

#### **2.6.4 Insectos**

Es muy común encontrar insectos del orden díptero familia Sciaridae y Phoridae, las larvas se alimentan del micelio. Convirtiéndose en un hospedero del sustrato, esto se puede disminuir con el riego de agua directo al sustrato. Para evitar que el sustrato se seque y estas se reproduzcan (Iriquin, I. 2020: pág. 4-15).

### **2.7 Relación entre el sistema forestal y hongos**

#### **2.7.1 Importancia de los hongos en el medio forestal**

Los hongos ostra pertenecen al grupo saprobios lo que quiere decir que se alimenta de materia orgánica que transformaran en materia inorgánica que posteriormente será ocupada por las plantas para transformarla en materia orgánica por medio de la fotosíntesis, Los hongos son indispensables en el ecosistema forestal por su potencial enzimático que permite la descomposición de moléculas complejas de la madera, el hongo genera estos nutrientes que regresan al suelo y sirven de alimento para el resto de plantas.

Ayudan también a la meteorización de las rocas y fijan las partículas mediante el crecimiento del micelio lo que permite proteger al suelo de la erosión y estabilizarlo (Ferriol,M., 2023: pág.5-16).

#### **2.7.2 Degradación de lignina por hongo.**

El proceso de degradación de lignina mediante hongos se da debido a las enzimas que el hongo expulsa por medio de su alimentación las cuales pueden descomponer moléculas orgánicas complejas en moléculas más simples, estos absorben solo los nutrientes necesarios para su uso dejando en el suelo los nutrientes que otros organismos necesitan. Este proceso nos ayuda a descomponer residuos que solo generarían acumulación en el ecosistema (Parada, F. 2022: pág.5-19).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Características del lugar

##### 3.1.1 Localización del lugar

Este proyecto de integración curricular se realizó en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo.



**Ilustración 1-3:** Mapa de ubicación elaboración y fructificación de hongos.

**Realizado por:** Flores B, Samanta P, 2023

### **3.1.2 *Ubicación geográfica***

Lugar. - Vivienda Samanta Flores

Altitud: 2827 m.s.n.m

Coordenadas

Longitud: 78°40'21.41"O

Latitud: 1°38'52.97"S

**Fuente:** Google earth, 2022

### **3.1.3 *Condiciones Climáticas***

Temperatura: 18 – 27 °C

Precipitación: 1462mm

Humedad: 79- 88%

**Fuente:** Estación meteorológica ESPOCH, 2021

## **3.2 *Materiales y equipos***

### **3.2.1 *Materiales de campo***

Calculadora

Computadora

Cámara fotográfica

Esferos

Libreta

Marcadores

Cinta masking

### **3.2.2 *Elaboración del sustrato***

Aserrín de Eucalipto

Cascarilla de arroz

Fibra de coco

Carbonato de calcio

Afrechillo de trigo

Fundas plásticas 40 x 35cm

Guantes

Ligas

### **3.2.3 Equipos y herramientas**

Tanque metálico

Malla metálica

Mezcladora

Hornilla industrial

Balanza

Mechero de bunsen

Estilete o cuchilla

### **3.2.4 Reactivos**

Alcohol 75%

### **3.2.5 Material biológico**

Micelio (*Pleurotus ostreatus*)

## **3.3 Metodología de la investigación**

### **3.3.1 Operacionalización de las variables**

#### *3.3.1.1 Variables dependientes*

Precocidad

Producción

Eficiencia biológica

Sustratos contaminados

#### *3.3.1.2 Variables independientes*

Tipo de sustrato

Condiciones de cultivo

### **3.3.2 *Diseño experimental***

Para este proyecto de investigación se realizó un DCA diseño completamente al azar. Cuando no se pudo cumplir con la normalidad se realizó la prueba de Kruskal wallis mediante el software Infostat. La investigación contó con 3 tratamientos y 10 repeticiones, obtuvimos 30 unidades experimentales.

### **3.3.3 *Variables evaluadas***

#### **3.3.3.1 *Calculo para medir la precocidad***

Se calculó los días de cada sustrato desde la aparición del primer primordio hasta el día de su cosecha de cada sustrato (Imai, S. 1943).

#### **3.3.3.2 *Calculo para medir la productividad***

Sumamos los valores en gramos de cada cosecha de hongos por cada sustrato (Imai, S. 1943).

#### **3.3.3.3 *Calculo para medir la eficiencia biológica***

Calculamos la relación entre el peso de los hongos comestibles producidos y el peso seco del sustrato utilizado, expresado en porcentaje (Imai, S. 1943).

$$EB(\%) = \frac{\text{peso de los hongos cosechados}}{\text{peso del sustrato seco}} \times 100$$

#### **3.3.3.4 *Costos de producción***

Es el gasto que incurre para la fabricación del producto, se realizó una comparación de precios de los materiales utilizados en cada sustrato y la rentabilidad de cada sustrato con respecto a la producción.

### **3.4 *Proceso de elaboración de sustrato.***

### 3.4.1 Composición del sustrato

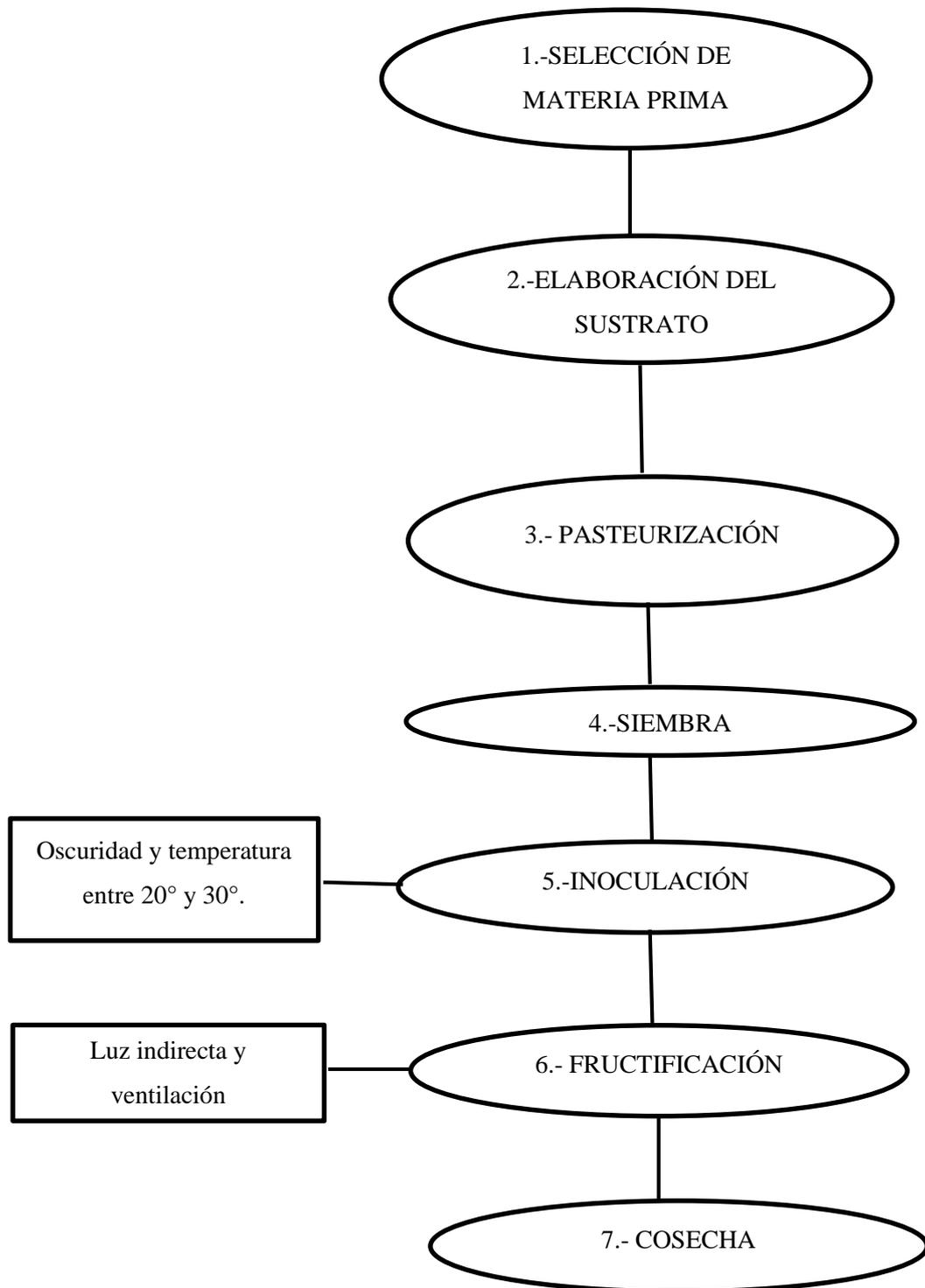
Se elaboró un análisis porcentual de la cantidad de aserrín de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), cascarilla de arroz y fibra de coco, que contendrá cada sustrato. Estos sustratos fueron combinados en diferente proporción, el primero en una proporción de 100% aserrín de *Eucalyptus globulus*, el segundo en una proporción de 75% aserrín de *Eucalyptus globulus* y 25% cascarilla de arroz, el tercero está compuesto de 75% aserrín y 25% fibra de coco. Cada unidad experimental contendrá 1kg de sustrato y 50 gr de semilla (*Pleurotus ostreatus*).

**Tabla 3-2:** Composición de los sustratos

<i>N° T</i>	<i>COMPOSICIÓN</i>	<i>%</i>	<i>REPETICIONES</i>
<i>A</i>	Aserrín de <i>Eucalyptus globulus</i>	100	10
<i>AC</i>	Aserrín de <i>Eucalyptus globulus</i> + cascarilla de arroz.	75:25	10
<i>AF</i>	Aserrín de <i>Eucalyptus globulus</i> + fibra de coco.	75:25	10
<i>TOTAL</i>			30

**Realizado por:** Flores B, Samanta P, 2023

### 3.4.2 Elaboración del sustrato



**Figura 1-3:** Diagrama de producción de hongos  
**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

### 3.4.2.1 Selección de materia prima

En esta etapa, se seleccionó el material, retirando impurezas y unificando el tamaño de los residuos. Para todos nuestros tratamientos se tomó en cuenta el tamaño de la merma forestal, la cual es la base de todos nuestros sustratos esta fue recolectada de un aserradero de rodales, es importante tener en cuenta el tamaño de la merma forestal ya que, si es demasiado pequeña la partícula del aserrín, el sustrato tiende a solidificarse impidiendo que el mismo tenga una buena aireación, evitando que la semilla inocule el sustrato y fructifique.

La merma forestal de un aserradero en rodales será la partícula ideal para su fructificación del hongo. Con ayuda de unas tijeras reducimos el tamaño de las fibras de coco, para que el tamaño de las partículas de nuestro sustrato se encuentre unificado.



**Ilustración 2-3:** Sierra circular para trozas.

**Realizado por:** Flores, Samanta.2024



**Ilustración 3-4:** Partícula de aserrín adecuada.

**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

En la selección de la cascarilla de arroz y fibra de coco, optamos por adquirirla en lugares donde nos aseguran que la misma está libre de patógenos externos como presencia de moho, bacterias y levaduras.

#### 3.4.1.2 *Elaboración del sustrato*

Mezclamos primero los polvos: para el primer tratamiento aserrín 82%, afrecho de trigo 15% y carbonato de calcio 3%. El segundo tratamiento aserrín 62%, cascarilla de arroz 17%, afrecho de trigo 15% y carbonato de calcio 3%. El tercer tratamiento aserrín 62%, fibra de coco 17%, afrecho de trigo 15% y carbonato de calcio 3%.



**Ilustración 4-4:** Cálculo del peso de los polvos adicionales.

**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

Este proceso lo realizamos en una mezcladora para homogenizar nuestros sustratos. Colocamos agua después de realizar la mezcla de los polvos hasta formar una bolita de sustrato en nuestra mano que se deshaga, esto indicara que existe una buena capacidad de campo. Al tener el sustrato esté listo se empaqueta en bolsas un 1kg y retiramos el aire que se encuentre dentro de las bolsas, cerramos con ligas nuestro sustrato.



**Ilustración 5-4:** Mezcla de los ingredientes en polvo de los sustratos.

**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

### 3.4.2.3 *Pasteurización*

Después de tener empaquetados los sustratos, llenamos los barriles metálicos de agua colocamos la malla, como una olla tamalera. Colocamos los sustratos encima de la malla, y pasteurizamos por 10 horas. Esperamos que se enfríe y procedemos a sembrar el micelio de manera inmediata.



**Ilustración 6- 4:** Pasteurización de los sustratos.

**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

#### 3.4.2.4 Siembra

Para este procedimiento el lugar y la persona encargada de realizar este paso, pasaron por una desinfección completa. En el lugar se colocaron elementos con fuego, esto nos ayudó a mantener esterilizado el espacio, se ocupó el fuego para esterilizar el bisturí en cada corte de la semilla. La cual fue incorporada en todo el sustrato. Previamente cerramos con una liga.



**Ilustración 6-4:** Incorporación del micelio en el sustrato.

**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

#### 3.4.2.5 Inoculación

Se trasladó el sustrato a una habitación con estanterías, con las siguientes características: oscura, esterilizada, sin corrientes de aire y con una temperatura de entre 20-25°C. El sustrato se mantuvo en este espacio por aproximadamente un mes y medio.



**Ilustración 7-4:** Cuarto de inoculación.

**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

#### 3.4.2.6 *Fructificación*

Se realizó un mini invernadero con una estantería para colocar los sustratos una vez colonizados, con ayuda de plástico cubrimos la estantería dándole la impresión de un mini invernadero para mantener la temperatura y humedad adecuada. El mini invernadero fue ubicado en un lugar donde la temperatura se mantiene adecuada y el sol no da de manera directa. Una vez que el sustrato fue completamente colonizado, ubicamos los tratamientos en el mini invernadero para que este pueda completar su etapa de fructificación con una mayor ventilación, luz indirecta y una temperatura de 15-20°C. El sustrato presento sus primeros primordios entre 15- 20 días.



**Ilustración 8-4:** Ubicación del sustrato en el invernadero de fructificación.

**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

#### 3.4.2.7 *Cosecha*

La cosecha se realizó al observar que el sombrero del hongo se encontraba totalmente extendido, se pudo observar esta característica a después de 5-7 días de haber observado el primer primordio. Al cosechar los hongos debemos cuidar que el sustrato no se desintegre para que este proceso se puede llevar a cabo con mayor eficiencia realizamos la cosecha con nuestras manos sin destruir el sustrato, al terminar la cosecha ventilamos el espacio en donde se desarrollaron los hongos e hidratamos el sustrato, para tener un mejor rendimiento de nuestros sustratos.



**Ilustración 9-4:** Primera cosecha hongos ostra.  
**Realizado por:** Flores, Samanta.2024

## CAPITULO IV

### 4. MARCO DE ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 RESULTADOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS

Este estudio se desarrolló como el propósito de evaluar el potencial del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en sustratos compuestos principalmente por aserrín de *Eucalyptus globulus*, con un enfoque en la meticulosa medición de la precocidad, producción y eficiencia biológica. La recopilación de datos implicó una comparación de costos y producción, con el objetivo de determinar el sustrato más eficiente para el cultivo de hongos comestibles.

Las condiciones experimentales fueron cuidadosamente controladas para garantizar la uniformidad del entorno de producción, diseñado estratégicamente para ser replicable en espacios reducidos con el fin de generar un valor económico a partir de un residuo en espacios reducidos. Este enfoque no solo proporciona una perspectiva integral sobre las variables críticas del cultivo, sino que también establece un marco metodológico establecido para futuras investigaciones en el ámbito agricultura fúngica.

##### 4.1.1 Precocidad

En el marco de esta investigación sobre la evaluación de sustratos a base de aserrín de *Eucalyptus globulus*, se evaluó en la fase de fructificación los días transcurridos desde la aparición del primer primordio hasta el día de su cosecha.

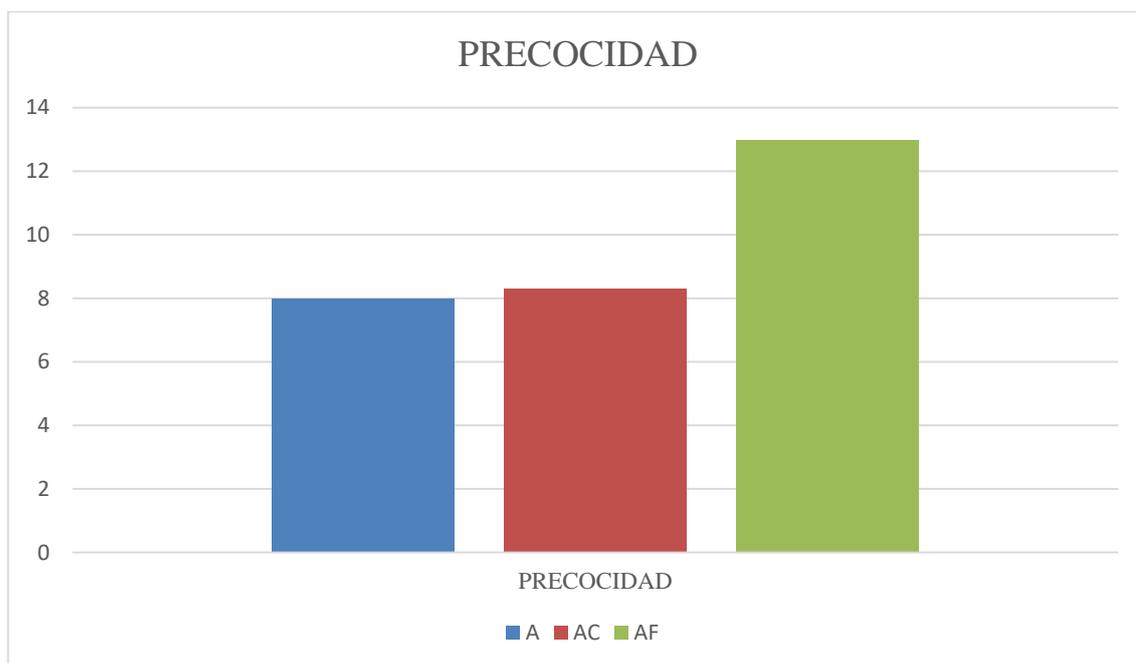
Se llevó a cabo una prueba de Kruskal Wallis para analizar la precocidad de los cultivos en distintos sustratos. Este método estadístico no paramétrico se aplicó con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas en el rendimiento de los sustratos estudiados. La prueba de Kruskal Wallis permitió comparar las medianas de los grupos y evaluar si alguna de ella era estadísticamente diferente de las demás.

**Tabla 4-4:** Resultados de la prueba Kruskal Wallis para la variable precocidad en fase de fructificación.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Precocidad	A	10	8,00	2,53	8,00	0,23	0,8787
Precocidad	AC	10	8,30	4,02	8,00		
Precocidad	AF	10	13,00	6,65	13,00		

**Realizado por:** Flores, Samanta, 2024.

**NOTA:** A: Aserrín; AC: Aserrín y cascarilla, AF: Aserrín y fibra de coco.



**Ilustración 10-4:** Tiempo de aparición del primer primordio hasta su cosecha.

**Realizado por:** Flores, Samanta, 2024.

En la ilustración 10-4, se puede observar que el sustrato A, elaborado completamente a partir de aserrín, presenta una baja precocidad, lo que indica que fructifica en un período más corto en comparación con los otros sustratos. Se registró un promedio de 8 días, reflejando el tiempo medio que este sustrato tarda en fructificar.

Por otro lado, el sustrato AC, compuesto por 75% a base de aserrín y un 25% cascarilla de arroz, muestra una precocidad similar al tratamiento A, con un promedio de 8,3 días. Esto implica un intervalo de fructificación que oscila entre 8 y 9 días para cada tratamiento.

El sustrato AF, conformado por el 75% de aserrín y 25% fibra de coco presenta, una alta precocidad, con un promedio de 13 días para fructificar mostrándonos que es uno de los procedimientos menos eficientes con respecto a esta variable.

El valor de  $p$  es mayor a  $-0,05$  lo que significa que no hay diferencias estadísticas entre los sustratos a base de aserrín de *Eucalyptus globulus* (Tabla 4-4).

#### 4.1.2 Productividad

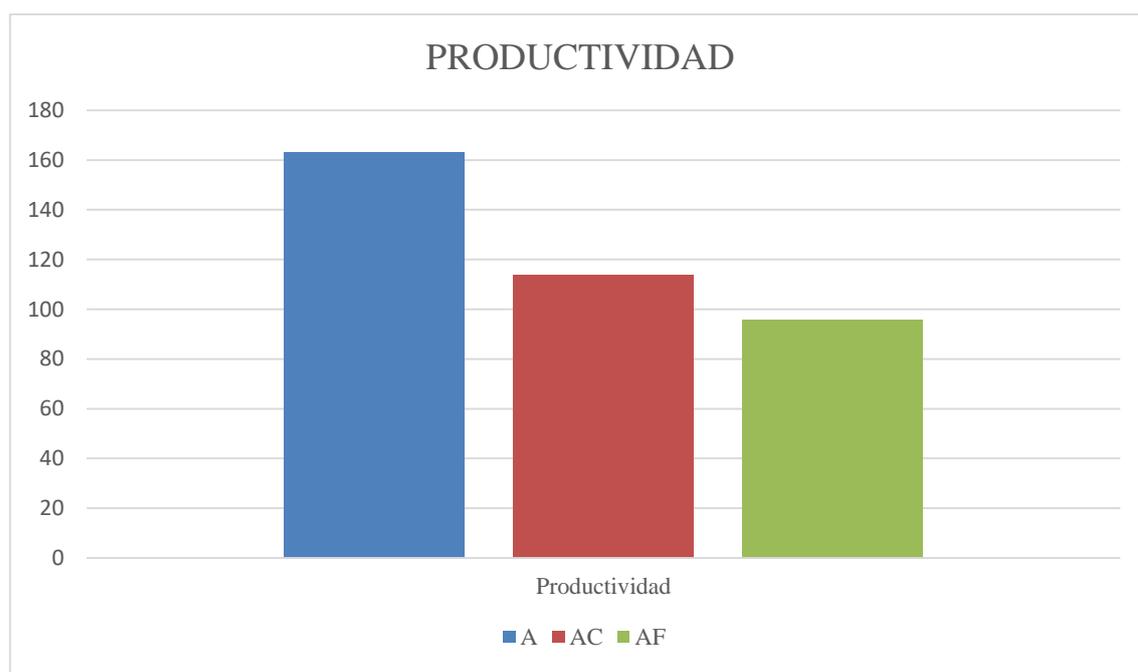
El contexto de la investigación centrada en la producción de hongos comestibles se procedió a la evaluación de los datos mediante una prueba de kurskal wallis con el propósito de discernir posibles disparidades significativas en los resultados obtenidos. La aplicación de la prueba Kruskal- Wallis permitió la comparación de las medianas de múltiples grupos, posibilitando así la identificación de posibles variaciones significativas en la producción de hongos comestibles en función de las variables evaluadas en la investigación. La prueba muestra que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos (Tabla 5-4).

**Tabla 5-4:** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis de la variable productividad etapa de fructificación.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Productividad A		10	162,97	76,00	178,35	2,38	0,2949
Productividad AC		10	113,68	84,87	146,50		
Productividad AF		10	95,60	105,36	62,50		

**Realizado por:** Flores, Samanta, 2024.

**NOTA:** A: Aserrín; AC: Aserrín y cascarilla, AF: Aserrín y fibra de coco.



**Ilustración 11-4:** Porcentaje de productividad etapa de fructificación.

**Realizado por:** Flores, Samanta, 2024.

Se analizó el resultado de la producción, en el que el sustrato A formulado completamente de aserrín de *Eucalyptus globulus*, presenta la mayor producción de hongos *Pleurotus ostreatus* con una media de 162,97g en un tiempo de 3 cosechas por cada tratamiento.

El sustrato AC presenta una producción media de hongos *Pleurotus ostreatus* con una media de 113,68g en 3 cosechas por cada tratamiento.

Se observa que el sustrato presenta una producción baja de hongos con una media de 95,60g en un periodo de 3 cosechas por cada tratamiento. Al obtener en p un valor mayor de -0,05 podemos decir que no existen diferencias significativas.

#### 4.1.3 *Sustratos contaminados*

En el proceso de colonización se presentaron sustratos contaminados principalmente por *Trichoderma spp* lo que impidió el fructificación de estos sustratos.



**Ilustración 12-4:** Porcentaje de sustratos contaminados en etapa de inoculación.

**Realizado por:** Flores, Samanta, 2024.

El siguiente cuadro nos indica que el sustrato con más cantidad de contaminación es AF con 5 sustratos contaminados, seguido de AC con 3 sustratos contaminado y el ultimo A con 1 sustrato contaminado. Lo que nos indica que el tratamiento A es el más resistente a patógenos y se adapta fácil al medio.

#### 4.1.4 *Eficiencia biológica*

En el marco de este estudio, se llevó a cabo un análisis detallado de la relación entre la producción de hongos frescos recolectados y la composición del sustrato empleado. La metodología adoptada

para examinar esta variable incluyó la aplicación de la prueba de Kruskal Wallis, una herramienta estadística de alta eficacia que posibilitó identificar con precisión las posibles diferencias significativas entre los distintos sustratos considerados.

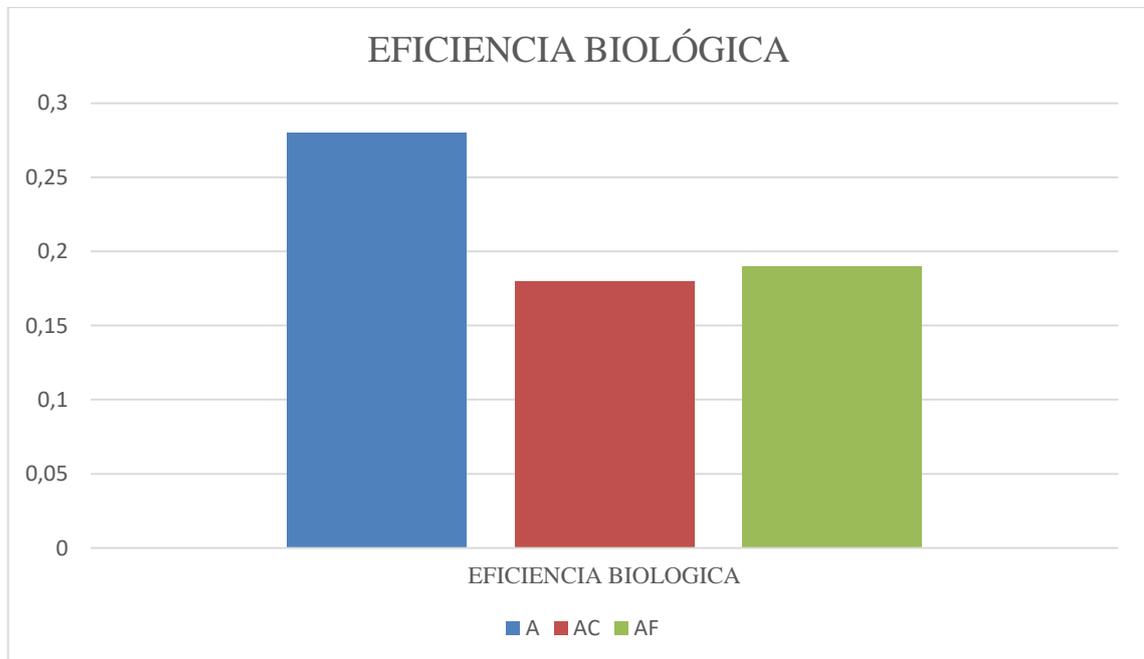
Esta prueba no paramétrica fue seleccionada estratégicamente debido a su capacidad para analizar las muestras. Los resultados derivados de la prueba de Kruskal Wallis revelaron patrones distintivos de rendimiento entre los sustratos, proporcionando así una comprensión más profunda de la influencia de la composición del sustrato en la producción de hongos frescos recolectados. Este enfoque metodológico riguroso y especializado contribuye a la solidez de los hallazgos y establece los cimientos para interpretaciones precisas en el ámbito del cultivo de hongos comestibles.

**Tabla 6-4:** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis variable eficiencia biológica de los sustratos periodo de cosecha.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
EB	A	10	0,28	0,14	0,30	1,89	0,3779
EB	AC	10	0,18	0,20	0,12		
EB	AF	10	0,19	0,16	0,22		

**Realizado por:** Flores, Samanta, 2024.

**NOTA:** A: Aserrín; AC: Aserrín y cascarilla, AF: Aserrín y fibra de coco.



**Ilustración 13-4:** Porcentaje de la variable eficiencia biológica en el periodo de cosecha.

A través de la ilustración 13-4, se ha determinado que el tratamiento A expone la máxima eficiencia biológica en relación a la producción de hongos frescos y el peso seco en comparación

con los demás tratamientos, registrando un notable porcentaje de 28% en eficiencia biológica. Seguido del tratamiento AF se posiciona en segundo lugar con un promedio del 19%, mientras que el tratamiento AC muestra un promedio del 18%.

Estos resultados nos muestran que los sustratos finales asociados con la fibra de coco y cascarilla de arroz son óptimos en términos de la variable evaluada.

Es importante destacar que el valor de p obtenido, que indica 0,3379, nos muestra no hay presencia de diferencias significativas entre los diferentes sustratos.

#### 4.1.5 Costo de producción

La evaluación del costo- beneficio en la elaboración de sustratos a base de aserrín de *Eucalyptus globulus* constituye un componente crucial de este estudio. Se realizó una comparación metódica entre los tratamientos, la cual está enfocada en analizar los costos de producción asociados a cada tipo de sustrato y su relación con la cantidad de hongos producidos. Este enfoque analítico no solo permite medir eficiencia económica de cada tratamiento, sino que también proporciona una visión integral de la relación directa entre la inversión y el rendimiento en términos de producción fúngica.

Los resultados obtenidos no solo contribuirán a la toma de decisiones informada en la selección de sustratos, también aportarán valiosa información para maximizar la rentabilidad y eficiencia en la producción de hongos comestibles, consolidando así el fundamento económico de esta práctica agrícola innovadora.

**Tabla 7-4:** Costo de producción tratamiento A

<b>COSTO DE PRODUCCION</b>		
<b>SUSTRATO: Aserrín (<i>Eucalyptus globulus</i>)</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Aserrín</b>	10kg	2\$
<b>Afrechillo</b>	1 lb	0,5\$
<b>Carbonato de calcio</b>	1/2 lb	0,75\$
<b>Micelio</b>	1lb	4\$
<b>Fundas y ligas</b>	10	1\$
<b>Elaboración estantería</b>	1	5\$

<b>TOTAL</b>	13,25\$
<b>PRECIO C/U</b>	1,33\$
<b>PRECIO TOTAL KIT VENDIDOS</b>	40\$
<b>RENTABILIDAD</b>	32,75\$
<b>RELACION BENEFICIO-COSTO</b>	3,01\$

Realizado por: Flores, Samanta, 2024.

**Tabla 8-4:** Costo de producción tratamiento AC

<b>COSTO DE PRODUCCION</b>		
<b>SUSTRATO: Aserrín ( <i>Eucalyptus globulus</i>)+ Cascarilla de arroz</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Aserrin</b>	10kg	2\$
<b>Afrechillo</b>	1 lb	0,5\$
<b>Carbonato de calcio</b>	1/2 lb	0,75\$
<b>Cascarilla de arroz</b>	1kg	4\$
<b>Micelio</b>	11b	4\$
<b>Fundas y ligas</b>	10	1\$
<b>Elaboración estantería</b>	1	5\$
<b>TOTAL</b>		17,25\$
<b>PRECIO C/U</b>		1,72\$
<b>PRECIO TOTAL KITS VENDIDOS</b>		40\$
<b>RENTABILIDAD</b>		22,75\$
<b>RELACIÓN BENEFICIO-COSTO</b>		2,31\$

Realizado por: Flores, Samanta, 2024.

**Tabla 9-4:** Costo de producción tratamiento AF

<b>COSTO DE PRODUCCION</b>		
<b>SUSTRATO: Aserrin (Eucalyptus globulus)+Fibra de coco</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Aserrín</b>	10kg	2\$
<b>Afrechillo</b>	11b	0,5\$
<b>Carbonato de calcio</b>	1/2 lb	0,75\$
<b>Fibra de coco</b>	2,5kg	24\$

<b>Micelio</b>	11b	4\$
<b>Fundas y ligas</b>	10	1\$
<b>Elaboración estantería</b>	1	5\$
<b>Total</b>		37,25\$
<b>PRECIO C/U</b>		3,72\$
<b>TOTAL KITS VENDIDOS</b>		40\$
<b>RENTABILIDAD</b>		2,75\$
<b>RELACION BENEFICIO - COSTO</b>		1,07\$

**Realizado por:** Flores, Samanta, 2024.

Se pudo observar que el tratamiento A es el que obtuvo el mejor resultado en beneficio – costo con un total de 3,01\$ por cada sustrato ya que se invierte 13,25\$ en la producción de 10 sustratos, el precio al público de cada sustrato es de 4\$ con respecto al mercado, lo que nos da una ganancia de 26,75\$.

El tratamiento AC presenta una relación beneficio-costo 2,31\$ por cada sustrato con una inversión de 17,25\$ con una ganancia de 22,75\$. El ultimo tratamiento fue AF con una inversión de AF que cuenta con un costo de producción de 37,25\$ obteniendo una ganancia de 2,75\$ por la venta de los sustratos con una relación beneficio costo de 1,07\$. Siendo todos los valores mayores a 1 lo que nos indica que todos los sustratos son viables para su producción.

## 4.2 RESULTADOS DE DISCUSIÓN

En el presente estudio se realizó la comparación de la eficiencia biológica y de la inversión realizada con respecto a la elaboración y producción de tres sustratos a base de aserrín de *Eucalyptus globulus* en espacios reducidos y a pequeña escala.

Según Bermudez, 2020, El sustrato a base de 100% *Eucalyptus globulus* obtuvo una eficiencia biológica de 42,26%, al comparar con el resultado obtenido de 28% podemos deducir que la producción aumenta con respecto a la temperatura en el que se encuentre. Al hablar del tratamiento constituido por 75% aserrín y 25% cascarilla de arroz según el mismo autor se obtuvo un resultado del 10% que al comparar con el resultado obtenido de 18% podemos observar que el resultado es mayor, esto se debe a que el sustrato presenta un porcentaje mayor aserrín de

*Eucalyptus globulus* lo que permite aumentar la cantidad de lignina y celulosa que permite que el sustrato tenga una mayor productividad (Bermúdez et al., 2020: pág. 263-264).

Según Lindao, 2016 , si se realiza un susustrato con mayor cantidad de fibra de coco la eficiencia biológica es de 100%, a diferencia del resultado obtenido, a partir de la combinación 75% aserrín y 25% fibra de coco donde se obtuvo 19% de eficiencia biológica, este disminuye por la combinación y la temperatura en la que se encuentra.

Al realizar la comparación de sustratos podemos diferenciar que cada tratamiento es cultivado con diferentes condiciones climáticas lo que indica que la fibra de coco aumentara su productividad si se realiza un tratamiento completamente a base del mismo y sus condiciones en las que se cultiva son más cálidas (Lindao, J. 2016: pág.44-48).

Al cuantificar la productividad de los tratamientos después de su tercera cosecha el tratamiento A obtuvo la mayor producción de hongos con un total de 1629,7 g, seguido del tratamiento AC con una sumatoria de 1136, 8g y por último el tratamiento AF con un resultado de 956g, presentando una diferencia significativa entre el tratamiento A y AF.

La precocidad fue cuantificada en la etapa de fructificación de acuerdo a los días transcurridos por cada tratamiento desde la aparición del primer primordio hasta el día de su cosecha, el tratamiento A y AC no presenta una diferencia significativa ya que el tiempo promedio es de 8 días, el tratamiento AF presento un promedio de 12 – 13 días. Influyen en su gran mayoría las condiciones climáticas o por la composición de cada tratamiento.

Los sustratos contaminados se evaluaron en el periodo de inoculación, los cuales presentaron los siguientes resultados, tratamiento A presento 1 sustrato en la etapa de inoculación, tratamiento AC 3 sustratos en la etapa fructificación y AF 5 sustratos contaminados en la etapa de inoculación, esto se debe al tamaño de las partículas utilizadas de acuerdo a los materiales que las componen.

Al analizar la relación beneficio costo, el tratamiento A presenta una relación beneficio costo de 3,01\$ con una menor inversión de 13,25\$ para la elaboración de 10 sustratos los cuales podrán ser distribuidos en el mercado en 4\$ por cada kit teniendo una ganancia de 26,75\$, seguido del tratamiento AC que cuenta con una inversión de 17,25\$ teniendo una ganancia de 22,75\$ con una relación beneficio costo de 2,31\$ y por último se encuentra el tratamiento AF en donde se invirtió 37,25\$ teniendo una ganancia de 2,75\$ con una relación beneficio costo de 1,07\$. Siendo todos estos valores mayores a 1 que nos indican que los sustratos son viables para su producción.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Se puede concluir que al analizar la producción de los sustratos a base de aserrín de *Eucalyptus globulus* el tratamiento A después de su tercera cosecha presento un total de 1629,7g en tanto a productividad, una media de 8 días de acuerdo a la variable precocidad.

Se ha evaluado la eficiencia biológica donde el tratamiento A muestra un porcentaje de 28% posicionándose como el más alto, sin presentar diferencias significativas con el resto de tratamientos. Esta podría ser mucho más elevada si el tratamiento se encontrara en condiciones climáticas diferentes, donde la humedad es mayor.

Se realizó el análisis costo- beneficio en el que podemos concluir que el sustrato A, compuesto completamente por aserrín es el sustrato con una inversión de 13,25\$ para la producción de 10 sustratos, si vendemos los sustratos de 1 kg a 4\$ por sustrato, obtendríamos una ganancia de 26,75\$ cada 10 sustratos con una relación beneficio costo de 3,01\$ siendo mayor a 1 que nos indica que es viable para su producción.

Podemos concluir que el mejor con relación a temas de producción y costo beneficio es el tratamiento A compuesto 100% aserrín, presenta una excelente resistencia contra patógenos externos que le permiten disminuir la contaminación y por ello aumentar el porcentaje de eficiencia biológica que el sustrato presenta. Podemos concluir que el tratamiento A es un tratamiento eficiente y con una inversión menor.

A pesar de no tener diferencias significativas entre los sustratos cabe recalcar que el tratamiento AF al contar solo con 5 tratamientos presenta una productividad alta de 956g con respecto a condiciones climáticas de Riobamba.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda para tener una información mucho más detallada de la producción de cada sustrato tener en cuenta las variables cantidad y tamaño de hongos por cada tratamiento.

Realizar más estudios con la material fibra de coco.

Controlar los factores que producen contaminación en el sustrato de fibra de coco.

Reducir el costo de producción del tratamiento AF buscando más proveedores más económicos.

## BIBLIOGRAFÍA

**1.-AGUINAGA,P.** Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra( *Pleurotus ostreatus*) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, Provincia de Pichincha( Trabajo de titulación )(Universitario). [en línea].Escuela Politécnica Nacional. Ingeniería Química y Agroindustrial. Quito- Ecuador. 2012. pp 11-20. [Consulta: 29 diciembre 2023]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4663>

**2.-ASENJO, S.** “ El género *Eucalyptus*”. Ciencia e investigación forestal, ciforv [en línea],2012(Chile) 18(3), pp. 75-100. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/20681>

**3.-BERMÚDEZ, R.** “Utilización de cáscara (fibra) de coco para el cultivo de setas comestibles- medicinales de interés comercial”. *Tecnología química* [en línea], 2020, (Cuba)40(2), pp. 260-268. [Consulta: 17 enero 2024]. ISSN 2224-6185. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v40n2/2224-6185-rtq-40-02-260.pdf>

**4.-FERRIOL, M.** Aspectos ecológicos de los hongos verdaderos (reino fungi) (Trabajo de titulación).[en línea]Universitat Politècnica de València, Ecosistemas forestales. Valencia. 2023. pp. 2-3. [Consulta:10 diciembre 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/193791#>

**5.-GONZÁLEZ, J.; OLIVA, D.; VERA, D.; LEDESMA, R.; BONILLA, M.; CASCO, E.; & ZÚÑIGA, E.** “Evaluación de residuos forestales de especies potenciales para la obtención del carbono como energía limpia de la Amazonía ecuatoriana”. Enfoque UTE revista [en línea], 2023 (Ecuador) 14(2), pp. 33-51. [Consulta: 18 noviembre 2023]. ISSN 1390-6542. Disponible en: [https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html\\_v13n2/art004.html](https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v13n2/art004.html)

**6.-GUALPA, M.; ROSERO, S.; & MONTENEGRO, G.** “Estimación de los residuos forestales en los aserraderos de tres cantones, zona 3 interandina, Ecuador”. European Scientific Journal [en línea], 2018 (Europa) 14(30), pp. 233 – 237. [Consulta: 18 noviembre 2023]. ISSN 1857-7881. Disponible en: <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/11358>

**7.-HERNÁNDEZ,R.; SALMONES, D.; MERLO,R.; & MATA, G.***MANUAL PRÁCTICO DEL CULTIVO DE SETAS Aislamiento, siembra y producción* [en línea]. Veracruz- México:

Instituto de Ecología,2002. [Consulta: 10 diciembre 2023]. Disponible en: [http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV\\_pdf/libros/Manual\\_PleurotusGaitan.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/Manual_PleurotusGaitan.pdf)

**8.-HOLGADO, M.** Evaluación de la producción de *Pleurotus ostreatus* (jacq.ex fr.) kumm (basidiomycete) en residuos lignocelulosicos como alternativa agroecologica en la comunidad de HUAYLLAYCCORCA, CUSCO (Trabajo de titulación). (Doctorado) [en línea] Universidad Nacional Del San Agustín De Arequipa, Ciencias biológicas, Perú. 2018. pp. 15-18. [Consulta: 2023-12-05]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/9f53c1a0-cd21-4667-81f3-2bc04246dc14>

**9.-IRIQUIN, J.** Determinación de la resistencia a la contaminación fúngica, la composición fisicoquímica, microbiológica y bromatológica de pan dulce adicionado con kefir de agua (Trabajo de titulación) (Universitario). [en línea].Universidad nacional de la Plata, Ciencias exactas. Buenos Aires- Argentina. 2020. pp. 3- 10. [Consulta: 7 enero 2023]. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/128566/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/128566/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**10.-KUMMER, T.** Tropicos.com(1871) [Consulta: 2023-12-05].Disponible en: <https://tropicos.org/name/100450681>

**11.-MARTÍNEZ, M.** Reproduccion de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en dos sustratos, en samborondon- provincia del Guayas (Trabajo de titulación) (Universitario). [en línea].Universidad de Guayaquil, Ciencias Agrarias. Guayaquil- Ecuador. 2020. pp.40-50. [consulta: 6 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/3f8e39a6-30b5-41ff-87d5-ed71d9a8478f>

**12.-MEDINA, E; FERNÁNDEZ, R.** Evaluación técnica y determinación de costos de un fructificador a pequeña escala de *Pleurotus ostreatus* como potencial emprendimiento en Quito, Ecuador (Trabajo de titulación). [en línea] Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Ambiente y Desarrollo, Ingeniería de Ambiente y desarrollo. Honduras. 2021. pp.28-33. [Consulta:17 enero 2024].Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/09d575b0-87a1-41d3-a248-cb45ceca36b6/content>

**13.-MONTENEGRO, I.;& STUARDO, C.** *Introducción al cultivo de hongos comestibles* [en línea].Valdivia-Chile: Instituto Forestal, 2021. [Consulta:13 diciembre 2023]. Disponible en: [https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/148401/Introduccion\\_al\\_cultivo\\_de\\_hongos\\_comestibles.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/148401/Introduccion_al_cultivo_de_hongos_comestibles.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**14.-MUÑOZ, Z.** Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill)( Trabajo de titulación) (univeristario).[en línea].Universidad Austral de Chile. Ciencias forestales. Valdivia- Chile. 2007. pp 6-10. [consultado: 4 enero 2023]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fifm9711c/sources/fifm9711c.pdf>

**15.-PARADA, F.** “ La estrecha relación entre los hongos y el bosque de manglar ”. *Universidad de El Salvador* [en línea], 2022, (El salvador)2(1), pp 5-9. [Consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: <http://La+estrecha+amistad+entre+los+hongos+y+el+bosque+de+manglar.pdf>

**16.-QUISPE, M.** Fortalecimiento y rehabilitación del vivero municipal de calamarca y producción de especies forestales exóticas y nativas (Trabajo de titulación). [en línea]Universidad Mayor de San Andrés, Agronomía, Bolivia. 2022. pp. 12 [Consulta: 2023-12-03].Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/20681>

**17.-SILVA, R.; FRITZ, C.; CUBILLOS, J.;& DÍAZ, M.** *Manual para la producción de hongos comestibles, SHITAKE* [blog].Chile: PROYECTO CONAMA-FPA RM, 27 octubre, 2010. [Consulta 16 diciembre 2023]. Disponible en:[https://www.researchgate.net/publication/353808137\\_Manual\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_hongos\\_comestibles\\_SHIITAKE\\_PROYECTO\\_CONAMA-FPA\\_RM-027-2010](https://www.researchgate.net/publication/353808137_Manual_para_la_produccion_de_hongos_comestibles_SHIITAKE_PROYECTO_CONAMA-FPA_RM-027-2010)

**18.-VARELA, M.** Impacto de los defectos inherentes al proceso de obtención de chapas de madera sobre el comportamiento a la flexión de tableros contrachapados de *Eucalyptus Grandis* (Trabajo de titulación) (Universitario). [en línea]. Universidad Nacional de Mar del Plata, Ingeniería. Argentina. 2023. pp 30-50. [Consulta: 29 diciembre 2023].Disponible en: <http://200.0.183.55/bitstream/handle/123456789/711/MBVarela-TFG-IM-2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**19.- XILOTECA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES,** [Consulta: 29 enero 2024].

**20.- ZAMBRANO, G.; GARCÍA, V.; CEDEÑO, C.; & ALCÍVAR, U.** “Aprovechamiento de la cascarilla de arroz(*Oryza sativa*) para la obtención de fibras de celulosa”. *Polo del conocimiento*[en línea],2021, (Ecuador)6(4), pp. 416- 437. [consulta: 6 enero 2023].ISSN 2550-682X. Disponible en: <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2572/5372>

## ANEXOS

### ANEXO A: SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y PREPARACIÓN DEL SUSTRATO



## ANEXO B: PASTEURIZACIÓN Y SIEMBRA



## ANEXO C: INOCULACION DEL SUSTRATO



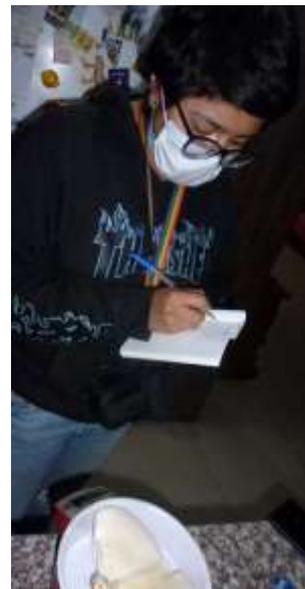
## ANEXO D: FRUCTIFICACIÓN Y PRIMORDIOS



**ANEXO E: RIEGO**



ANEXO D: COSECHA Y TOMA DE DATOS



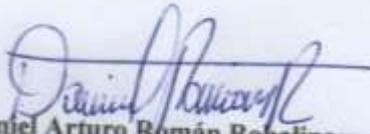
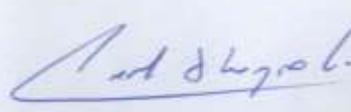
## ANEXO E: CONSERVACIÓN Y PREPARACIÓN





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

Fecha de entrega: 05/06/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
Nombres – Apellidos: Samanta Paola Flores Bracero
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
Facultad: de Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
  MSc. Daniel Arturo Román Robalino Director del Trabajo de Titulación   MSc. Carlos Francisco Carpio Coba Asesor del Trabajo de Titulación