



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,**

**INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PRODUCCIÓN DEL HONGO OSTRA *Pleurotus ostreatus* A  
PARTIR DE RESIDUOS DE CAFÉ (Coffea arábica)  
PROVINCIA DEL AZUAY. CANTÓN SANTA ISABEL.  
COMUNIDAD GUAYARA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

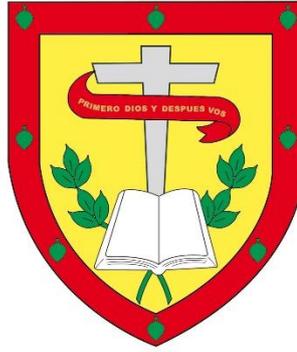
**AUTOR: ADRIAN ESTEBAN ABRIL AGUILAR**

**DIRECTOR: ING. AUGUSTO POLIBIO MARTÍNEZ VEGA. MSc**

**CUENCA – ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**PRODUCCIÓN DEL HONGO OSTRAL *Pleurotus ostreatus* A  
PARTIR DE RESIDUOS DE CAFÉ (*Coffea arábica*)  
PROVINCIA DEL AZUAY. CANTÓN SANTA ISABEL.  
COMUNIDAD GUAYARA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR: ADRIAN ESTEBAN ABRIL AGUILAR**

**DIRECTOR: ING. AUGUSTO POLIBIO MARTÍNEZ VEGA. MSc.**

**CUENCA-ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

## Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

**Adrián Esteban Abril Aguilar** portador de la cédula de ciudadanía N° **0104077607** Declaro ser el autor de la obra: "PRODUCCIÓN DEL HONGO OSTRÁ *Pleurotus ostreatus* A PARTIR DE RESIDUOS DE CAFÉ (*Coffea arabica*) PROVINCIA DEL AZUAY. CANTÓN SANTA ISABEL. COMUNIDAD GUAYARA.", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **12 de abril de 2022**



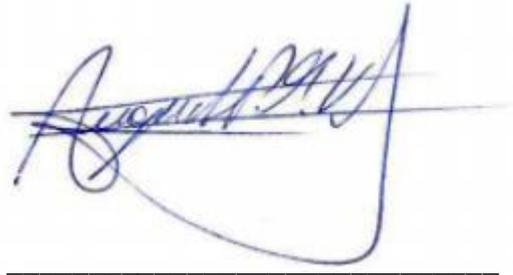
F: .....

Adrián Esteban Abril Aguilar

0104077607

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Adrián Esteban Abril Aguilar bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Augusto Polibio Martínez Vega", is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

**Augusto Polibio Martínez Vega**

**Director**

## DEDICATORIA

### **Dedico este trabajo:**

A mi madre, por su amor incondicional su esfuerzo sobrenatural por sacarnos adelante; a mi familia por darme ese apoyo sentimental, económico quedo agradecido infinitamente; a mi hermano Nicolás por siempre estar a mi lado como un padre y especialmente a mi abuela que desde el cielo me ve triunfar.

## **AGRADECIMIENTO**

A los profesionales de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Cuenca, de manera especial al Ing. Polibio Martínez., director de la investigación por su apoyo y orientaciones para la concreción de este trabajo

Al Ing. Juan Carlos Gonzales M.Sc., por su soporte en el análisis de laboratorio y enseñanzas brindadas a lo largo de mis estudios.

A la Ing Miriam Reiban y a la que siempre ha estado apoyándome en el transcurso de esta etapa con plena empatía y carisma

A la Ing. Martha Torres y al Ing Nicolás Cevallos coordinadores de la comunidad de Guayara por brindarme la oportunidad de realizar el trabajo de titulación y por su fuerte acogida y compromiso.

## RESUMEN

La presente investigación evaluó el rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* en base a residuos del café para el manejo de los desechos agroindustriales generados por cafetaleras, cuales conforman un grupo dentro de la Provincia del Azuay, generando un malestar ambiental en suelo y agua. Para ello, se parte por la obtención del micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* a nivel de laboratorio utilizando tres tipos de sustratos como cascarilla de café, bagazo de caña y tusa de maíz, se definieron 6 distintos tratamientos con 3 repeticiones, a partir de esto, se evaluó la eficiencia de los sustratos a base de residuos de café para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, para finalmente realizar el análisis costo-beneficio de los tratamientos estudiados. Los resultados obtenidos en estudio, indican que los porcentajes de colonización se realizaron durante 30 días, donde se demostraron que los tratamientos T2, T1 y T3 alcanzaron valores del 100%, mientras que el T5 y T6 tardaron más tiempo. Además, en el análisis estadístico mediante el ANOVA se tomó la decisión de rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la nula debido que los valores de los tratamientos son aptos para el desarrollo del cultivo del hongo, mientras que la prueba de Tukey no se hallaron valores diferentes significativos. Con respecto al eficiencia biológica y tasa de producción presentaron mejor resultado el T2, T5 y T1. En cuanto a la relación B/C, se consiguió que el T2 y T5 sean los más viables.

*Palabras clave:* Hongo *Pleurotus ostreatus*, tratamientos, café, colonización, producción

## ABSTRACT

This research evaluated the performance of the fungus *Pleurotus ostreatus* based on coffee residues for the management of agro-industrial wastes generated by coffee growers, which belong to a community in the Province of Azuay, generating environmental discomfort in soil and water. To accomplish the objective, it was obtained the mycelium of the *Pleurotus ostreatus* fungus at laboratory level using three types of substrates such as coffee husks, sugarcane bagasse and corn stover, it was defined 6 different treatments with 3 repetitions. It was evaluated the efficiency of the substrates based on coffee waste for the production of the *Pleurotus ostreatus* fungus, to finally carry out the cost-benefit analysis of the treatments studied. The results obtained in the study indicate that the colonization percentages were carried out during 30 days, where it was demonstrated that treatments T2, T1 and T3 reached values of 100% while T5 and T6 took longer. In addition, in the statistical analysis by means of ANOVA, the decision was made to reject the alternative hypothesis and accept the null hypothesis because the values of the treatments are suitable for the development of the fungus culture, while the Turkey test did not find significant different values. Regarding biological efficiency and production rate, T2, T5 and T1 showed better results. As for the B/C ratio, T2 and T5 were found to be the most viable.

*Keywords:* *Pleurotus ostreatus* fungus, treatments, coffee, colonization, production

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARATORIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE ANEXOS	IX
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
CAPÍTULO I	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.5 HIPÓTESIS	4
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>- 5 -</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>- 5 -</b>
2.1 HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES	- 5 -
2.1.1 <i>Importancia de los macromicetos</i>	- 5 -
2.1.2 <i>Composición química</i>	- 5 -
2.1.3 <i>Clasificación</i>	- 6 -
2.1.4 <i>Hábitos de alimentación de los hongos macromicetos</i>	- 6 -
2.1.5 <i>Género Pleurotus</i>	- 7 -
2.2 SUSTRATOS PARA EL CULTIVO DE HONGOS	- 8 -
2.2.1 <i>Residuos y subproductos del café</i>	- 8 -
2.2.2 <i>Bagazo de caña</i>	- 9 -
2.2.3 <i>Residuos de maíz</i>	- 10 -
2.3 VIABILIDAD ECONÓMICA	- 10 -
2.3.1 <i>Ingresos:</i>	- 11 -
2.3.2 <i>Capital</i>	- 11 -
2.3.3 <i>Relación costo beneficio:</i>	- 11 -
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>- 12 -</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>- 12 -</b>
3.1 ZONA DE ESTUDIO	- 12 -
3.2 DESARROLLO METODOLÓGICO	- 13 -
3.2.1 <i>Primera fase: Laboratorio</i>	- 13 -
3.2.1.1 <i>Aislamiento de micelio</i>	- 14 -
3.2.1.2 <i>Producción de semilla del hongo</i>	- 14 -

3.2.2 Segunda fase: Campo	- 14 -
3.2.2.1. Crecimiento del micelio en los residuos del café (cascarilla)	- 15 -
3.2.2.2. Evaluación de parámetros de producción del hongo	- 15 -
3.2.2.3. Procedimiento pre y post para los tratamientos	- 15 -
3.2.3 Análisis estadístico	- 17 -
3.2.4 Tercera Fase: Viabilidad económica	- 17 -
3.2.5 Materiales	- 18 -
3.2.5.1. Materiales Físicos	- 18 -
3.2.5.2. Materiales para laboratorio	- 18 -
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>- 19 -</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>- 19 -</b>
4.1 DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO	- 19 -
4.2 PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN EN DIFERENTES TIEMPOS	- 19 -
4.2.1 Colonización en 10 días.	- 19 -
4.2.2 Colonización a los 15 Días	- 20 -
4.2.3 Colonización a los 20 días.	- 21 -
4.2.4 Colonización a los 25 días.	- 22 -
4.2.5 Colonización a los 30 días	- 23 -
4.2.6 Análisis de ANOVA y Prueba de Tukey	- 24 -
4.3 CRECIMIENTO MICELAR.	- 25 -
4.4 EVOLUCIÓN DE LA COLONIZACIÓN DEL HONGO.	- 25 -
4.5 PRODUCCIÓN DEL HONGO	- 26 -
4.6 VIABILIDAD ECONÓMICA	- 27 -
4.6.1 Inversión del proyecto	- 27 -
4.6.2 Ingresos (Venta del producto final)	- 27 -
4.6.3 Costo de la comercialización	- 28 -
4.6.4 Costo de variables	- 28 -
4.6.5 Valor Actual de los ingresos y costos totales	- 29 -
4.6.6 Relación de Beneficio/Costo	- 29 -
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>- 30 -</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>- 30 -</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>- 32 -</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>- 32 -</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>- 33 -</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>- 38 -</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación político administrativa de la zona de estudio .....	- 12 -
<b>Figura 2.</b> Zona de estudio Comunidad de Guayara.....	- 13 -
<b>Figura 3.</b> Representación en barras del porcentaje de colonización a los 10 días .....	- 20 -
<b>Figura 4.</b> Representación en barras del porcentaje de colonización a los 15 días .....	- 21 -
<b>Figura 5.</b> Representación en barras del porcentaje de colonización a los 20 días .....	- 22 -
<b>Figura 6.</b> Representación en barras del porcentaje de colonización a los 25 días .....	- 23 -
<b>Figura 7.</b> Representación en barras del porcentaje de colonización a los 30 días .....	- 24 -
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de colonización de <i>Pleurotus ostreatus</i> relacionado con el tiempo. ....	- 26 -

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Las dos grandes clases en las que se encuentran los macromicetos (setas)_____	- 6 -
<b>Tabla 2.</b> Composición química de los subproductos del café _____	- 8 -
<b>Tabla 3.</b> Composición química de la paja de caña en estado natural _____	- 9 -
<b>Tabla 4.</b> Composición química de la tusa de maíz (Zea mays). _____	- 10 -
<b>Tabla 5.</b> Coordenadas de la zona de experimentación _____	- 13 -
<b>Tabla 6.</b> Tratamientos utilizados en el experimento _____	- 15 -
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de colonización a los 10 días _____	- 19 -
<b>Tabla 8.</b> Porcentaje de Colonización a los 15 días _____	- 20 -
<b>Tabla 9.</b> Porcentaje de colonización a los 20 días _____	- 21 -
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje de Colonización a los 25 días _____	- 22 -
<b>Tabla 11.</b> Porcentaje de Colonización a los 30 días _____	- 23 -
<b>Tabla 12.</b> Resultado del análisis de la varianza (ANOVA) _____	- 24 -
<b>Tabla 13.</b> Número de días en iniciar y alcanzar el 100% de colonización _____	- 25 -
<b>Tabla 14.</b> Eficiencia y Producción del hongo Pleurotus ostreatus _____	- 26 -
<b>Tabla 15.</b> Datos de la inversión del proyecto _____	- 27 -
<b>Tabla 16.</b> Valor de la venta del producto final _____	- 27 -
<b>Tabla 17.</b> Valores del costo de comercialización por cada tratamiento _____	- 28 -
<b>Tabla 18.</b> Valores de los costos de variables del proyecto _____	- 28 -
<b>Tabla 19.</b> Resultados del valor actual de ingresos y costos totales en los tratamientos_____	- 29 -
<b>Tabla 20.</b> Resultados de la relación B/C en los diferentes tratamientos _____	- 29 -

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Tamaño del tarugo del bambú _____	- 38 -
<b>Anexo 2.</b> Tarugos del bambú _____	- 38 -
<b>Anexo 3.</b> Medio de cultivo _____	- 39 -
<b>Anexo 4.</b> Incorporación de los tarugos en el medio de cultivo _____	- 39 -
<b>Anexo 5.</b> Colonización del micelio en los tarugos _____	- 40 -
<b>Anexo 6.</b> Colonización completa del micelio _____	- 40 -
<b>Anexo 7:</b> Sustratos utilizados _____	- 41 -
<b>Anexo 8.</b> Esterilización de los sustratos _____	- 42 -
<b>Anexo 9.</b> Medida horizontal de las fundas _____	- 42 -
<b>Anexo 10.</b> Medida de las fundas de forma vertical _____	- 43 -
<b>Anexo 11.</b> Tratamiento 2 con 50% cascarilla de café y 50% de bagazo de caña _____	- 43 -
<b>Anexo 12.</b> Prueba del puño para la humedad _____	- 44 -
<b>Anexo 13.</b> Experimentación del tratamiento 1 _____	- 44 -
<b>Anexo 14.</b> Experimentación del tratamiento 2 _____	- 45 -
<b>Anexo 15.</b> Experimentación del tratamiento 3 _____	- 45 -
<b>Anexo 16.</b> Experimentación del tratamiento 4 _____	- 46 -
<b>Anexo 17.</b> Experimentación del tratamiento 5 _____	- 46 -
<b>Anexo 18.</b> Experimentación del tratamiento 6 _____	- 47 -
<b>Anexo 19.</b> Ubicación de los tratamientos experimentados _____	- 47 -
<b>Anexo 20.</b> Crecimiento micelar de los tratamientos _____	- 48 -
<b>Anexo 21.</b> Producción y cosecha de <i>Pleurotus ostreatus</i> _____	- 48 -

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Los hongos superiores, macro hongos o setas tienen propiedades nutricionales por su alto contenido proteico; así como medicinal en vista que traen beneficios para la salud, de esta manera el ser humano desde la antigüedad ha recolectado y consumido, debido a que estos poseen buen sabor, textura y aroma (Fernández et al., 2020). En los hongos comestibles, en sus cuerpos fructíferos producen esporas, característicos de los basidiomicetos y ascomicetos, mismos que son capaces de subsistir en el suelo; aguas dulces y marinas. (Ríos et al., 2010). Según FAO (2021) en su informe renovado al 21 de diciembre de 2021 se indica que la producción mundial de hongos para el consumo humano en los últimos 10 años ha tenido un incremento considerable. En el año 2010 el área destinada a este rubro fue de 83,287 ha; con una producción de 24,977,027, en el año 2020, estos valores superaron en gran medida, llegando a 276,951 ha y una producción de 42, 792,893, entre los 10 principales países productores se encuentran China, Japón, Estados Unidos, Países bajos, Italia, Polonia, España, Canadá, Francia y Reino Unido. En Ecuador el conocimiento, consumo y producción de macro hongos comestibles es deficiente (FAO, 2021), salvo algunos trabajos dispersos a nivel experimental y también en algunas comunidades indígenas; aún se mantienen como conocimiento ancestral (Gamboa et al., 2020). Se considera que se han hallado alrededor de 2000 especies de hongos comestibles, mismas que han sido asociadas dentro 80 géneros, de los cuales alrededor de 5 han tenido un desarrollo comercial importante; entre ellos el género *Pleurotus ostreatus* (Pineda et al, 2014), también conocido como Orellana, mismo que se considera por su alto contenido en minerales, fibra, aminoácidos, hidratos de carbono y vitaminas, además su producción es bastante rápida y sencilla (Clavijo, 2020).

La materia prima para la producción de hongos comestibles debe poseer altos contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina, deben ser fáciles de conseguir y

económicos (García Oduardo et al., 2011), tales como cascarilla o pulpa de café, bagazo de caña de azúcar, cáscara de plátano verde, cáscaras de cacao, cáscara de coco, aserrín, cascarilla de arroz, desechos del maíz (Clavijo Sepúlveda (2020); García Oduardo et al (2011); Morán Arellanos (2020)).

En otro aspecto, es conveniente tener en cuenta los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) con itinerario hasta el 2030 para América Latina y el Caribe, donde se promueve lograr una seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y abordar una agricultura sostenible, debido a que en la actualidad los suelos, bosques, el agua y la biodiversidad se ven cada vez más afectados. En este mismo sentido se debe garantizar maneras de consumo, mediante la productividad sostenible, con trabajos que estén encaminados a la minimización de la contaminación con residuos de cosecha como el asunto de la cascarilla de café, bagazo de caña entre otros (Naciones Unidas, 2018).

## 1.2 Problema

Los productores de café, caña de azúcar y otros, preocupados por la contaminación derivada de los residuos de procesos agro industriales, buscan la manera de reducir el impacto ambiental que producen estos subproductos, provocando contaminación de fuentes hídricas y suelos. Por tanto, la Universidad Católica de Cuenca, a través de la carrera de Ingeniería Ambiental, mediante el trabajo de estudiantes, propone el uso de estos residuos agroindustriales derivados del despulpado del café para generar la producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*) y así lograr el manejo apropiado de los desechos generados, o perjudicar al medioambiente y a la población aledaña.

Lo descrito anteriormente, concuerda con Rathinavelu y Graziosi, (2005), quienes afirman que los residuos y sub productos del café generan problemas graves de contaminación y perjudican al medioambiente, en tanto que estos residuos podrían ser aprovechados como sustrato para el cultivo de hongos comestibles y generar ingresos extras para las familias productoras de café.

### 1.3 Justificación Teórica

Los hongos o setas han llamado la atención del ser humano desde siglos atrás por su alto valor proteico y medicinal (Fernández et al., 2020). Los hongos comestibles por lo general contienen el doble de proteínas con respecto a los vegetales, poseen aminoácidos esenciales que en muchas ocasiones no se encuentran en los cereales que se consumen, tienen minerales en grandes cantidades, que algunas ocasiones pueden superar a la carne de pescado, otra característica importante es su bajo contenido en calorías e hidratos de carbono (López Rodríguez et al., 2008). Dentro del contexto medicinal, se señala que el consumo de hongos ocasionaría retardo en el desarrollo de tumores, reducción del nivel de colesterol sanguíneo y posee compuestos antioxidantes e inmunoreguladores que ayudan a la salud y bienestar (Fernández et al. (2020); Boa (2005)). De la misma manera, en el ámbito de la gastronomía los hongos han adquirido mucho interés por su excelente sabor y aroma (López Rodríguez et al., 2008), siendo China el país con mayor producción y consumo (FAO, 2021).

Por otra parte, los hongos del género *Pleurotus* en los últimos años han sido muy estudiados; principalmente por su rápido crecimiento y reproducción, normalmente prefieren materiales leñosos, ricos en fibra como los residuos agroindustriales del café, cacao, caña de azúcar, maíz, banano, troncos de árboles en descomposición etc., lo que favorece a que los materiales no se desperdicien y resulten un foco de contaminación para el suelo, agua y el ambiente (López Rodríguez et al., 2008).

En el desarrollo de la producción del café, el aprovechamiento es del 60% del grano, el resto constituye a un subproducto con pocos usos agrícolas e industriales. Por otra parte, se observa que solamente es aprovechado el 5% del peso de la cereza en la preparación de la emblemática bebida (Serna Jiménez et al., 2018). Corresponde a una gran parte de esa biomasa, es de desecho donde están incluidos el mucílago, pulpa, cereza, cascarilla entre otros, mismos que se convierten en problema ambiental, contaminando fuentes de

agua, causando problemas fitosanitarios y problemas de contaminación (Serna Jiménez et al (2018); López Rodríguez et al (2008)).

## 1.4 **Objetivos**

### 1.4.1 **Objetivo general**

Evaluar el rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* en base a residuos del café.

### 1.4.2 **Objetivos específicos**

- Obtener el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* a nivel de laboratorio
- Evaluar la eficiencia de los sustratos a base de residuos de café en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*
- Realizar el análisis costo-beneficio de los tratamientos estudiados

## 1.5 **Hipótesis**

H<sub>0</sub> Todos los tratamientos a base de residuos orgánicos analizados son aptos para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

H<sub>1</sub> Al menos uno de los tratamientos analizados en el estudio es adecuado para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 Hongos silvestres comestibles**

Los macromicetos son los que se usan en la identificación a simple vista de los hongos, son aquellos que generan esporas con las mismas características de trufas y setas, son de distintos tamaños, formas y colores (Boa, 2005). A nivel ecológico sus características biológicas muestran un contraste marcado con relación a las plantas superiores y animales, así como también en ámbitos citológicos, fisiológicos y también moleculares (Moreno Fuentes, 2014).

El ambiente que los rodea es esencial para su desarrollo y crecimiento que está directamente influenciado por la temperatura, precipitaciones y alta humedad del ambiente (Boa, 2005).

##### **2.1.1 Importancia de los macromicetos**

Los macromicetos son una fuente importante en los alimentos del hombre ya que tienen propiedades proteínicas además de contener minerales, vitaminas y proteínas (sodio, zinc, hierro, selenio) fibras y quitina (Toledo & Barroetaveña, 2017).

En el campo de las ciencias de la salud estos hongos son un aporte antitumoral e inmunológico ya que sus propiedades terapéuticas generan defensas antimicrobianas, antivirales, enzimáticas y citostáticas entre otras (Valencia del Toro & Garín Aguilar (2012); Fernández et al (2020)).

##### **2.1.2 Composición química**

Las setas comestibles silvestres tienen una composición del 90% de agua y 10% de materia seca, dentro de estas del 27 al 48% son proteínas, el 60% corresponde a carbohidratos los cuales tienen fibras dietéticas (quitina, D-glucanos y sustancias pépticas) además aproximadamente del 2 al 8% son lípidos (Valdespino Sahagún, 2020)

### 2.1.3 Clasificación

Alvarado et al (2015) expresan que en todo el mundo existen cerca de 10.000 especies de macromicetos de este grupo alrededor de 2000 son comestibles, 100 se los cultiva de una forma experimental e investigativa, 50 tendrían potencial a nivel económico, 30 tienen una escala comercial y solo 10 tienen relevancia de producción industrial. Las especies más cultivadas son: *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler y *Pleurotus spp.*, que en conjunto logran un 75% del volumen en el mercado de oferta y demanda a nivel comercial (Toledo & Barroetaveña, 2017)

Los hongos silvestres comestibles pertenecen principalmente a la Clase de los Basidiomycetes, a los Órdenes Boletales, Agaricales, Russulales, Aphylloporales y Gasterales (Díaz J. , 2006) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Las dos grandes clases en las que se encuentran los macromicetos (setas)

División	Clase	Orden	Géneros
Basidiomycota	Homobasidiomycetes	Boletales	<i>Boletus, Siullus, Xerocomus, Leccinum</i>
		Agaricales	<i>Amanita, Armillaria, Agaricus, Cortinarius, Pleurotus, Tricholoma</i>
		Russulales	<i>Lactarius, Russula</i>
		Aphylloporales	<i>Cantharellus, Craterellus</i>
		Gasterales	<i>Lycoperdon, Calvatia, Bovista, Scleroderma</i>
	Heterobasidiomycetes		
Ascomycota	Himenoascomycetes	Morchella	
		Gyromitra	
		Helvella	
		Tuber	

Fuente: (Díaz J. , 2006).

### 2.1.4 Hábitos de alimentación de los hongos macromicetos

En cuanto a su desarrollo y crecimiento de los macromicetos, estos necesitan de materiales vivos y muertos por lo que entran en la clasificación de saprófitos, simbióticos y patógenos (parásitos).

**Hongos saprófitos.** Son aquellos cuyo crecimiento se da en la madera en la interperie que se encuentra en disgregación (*Favolus*) o también se desarrollan en las partes caídas de las plantas vivas, cuentan con características de aprovechamiento de nutrientes, así como también de residuos de cosechas como por ejemplo los del género *Pleurotus* (Ochoa & Gómez, 2018), otras especies de setas pueden crecer en pastos como el *Agaricus arvensis*. Comunmente este género está valorado y usado a nivel medicinal (Boa, 2005).

**Hongos simbióticos:** son los denominados micorrísticos porque están en un estado de simbiosis entre hongo-raíz como, por ejemplo: las leguminosas o los árboles de pino. En este grupo también entran las especies de *Amanita* y *Cantharellus* (Ochoa & Gómez, 2018).

**Hongos patógenos y parásitos:** En este grupo el hongo comestible es el *Ustilago maydis*, el cual afecta las los granos de maíz en su estado tierno, también en algunos países son utilizados en el ámbito de la agricultura para la comercialización y consumo (Boa, 2005). Pero sobre todo producen enfermedades y disminuyen los cultivos.

#### 2.1.5 Género *Pleurotus*

Conocidas también por su nombre común ostras u orellas (*Pleurotus ostreatus*), es saprófito lo cual le da la cualidad de consumir y aprovechar nutrientes de residuos de las actividades agrícolas para desarrollarse y reproducirse, favoreciendo a los cultivadores debido a sus altos niveles de producción a corto plazo (Ochoa & Gómez, 2018). También, se lo considera como un excelente alimento debido a sus buenas propiedades medicinales y nutricionales (Garzón & Cuervo, 2008).

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* inició en el siglo XX y gracias a varios estudios ha venido mejorando su producción, China entra en la lista como el número uno en producción de ese tipo de setas a nivel mundial (Pineda et al, 2014). Para su alimentación este tipo secreta sustancias simples y usa nutrimentos para su crecimiento. Con sustratos de alta relación C/N (Ríos et al., 2010). En otras palabras grandes cantidades de hemicelulosa, celulosa y

lignina, los cuales se consiguen en desechos agroindustriales de café, cacao, caña de azúcar, maíz, algodón, aserrín y otros (Clavijo, 2020).

El crecimiento y desarrollo micelial de este hongo se da en lugares con temperaturas de entre 23 y 32 °C aproximadamente con una óptima de 28 °C, por lo que la formación de primordios está entre los 18 a 20 °C en este rango el pH da números de 4.5 a 7 con un óptimo de 5.5 (Ríos et al., 2010), la humedad es importante y tiene que estar entre el 60 y el 70% y su humedad relativa entre los 80 y 90% (Díaz Muñoz et al., 2019).

## 2.2 Sustratos para el cultivo de hongos

### 2.2.1 Residuos y subproductos del café

A nivel industrial, en el campo de la agricultura la generación de residuos derivados de la producción y subproducto son cosas de todos los días, por ejemplo en el caso del café se da desde el procesamiento de la cereza hasta la obtención de la misma bebida, en la tabla 2 se puede apreciar la composición del café (López Barrera D. , 2014), entonces por lo anteriormente expresado es lógico que esto sea una fuente importante de contaminación, dichos restos o residuos son enviados sin ningún tratamientos a rellenos sanitarios por lo que sus lixiviados contaminan el suelo y aguas subterráneas ocasionando problemas ambientales (Clavijo, 2020). Así mismo, sus procesos de biodegradación es lento y necesita de grandes cantidades de oxígeno lo que conlleva a un riesgo para la flora y fauna en el suelo (Figuroa Hernández et al., 2007).

**Tabla 2.** Composición química de los subproductos del café

<b>Parámetros (%)</b>	<b>Pulpa</b>	<b>Cascarilla</b>	<b>Piel plateada</b>	<b>Café utilizado</b>
Celulosa	63.0 ±	43.0 ± 8.0	17.8 ± 6.0	8.6 ± 1.8
Hemicelulosa	2.3 ± 1.0	7.0 ± 3.0	13.1 ± 9.0	36.7 ± 5.0
Proteína	11.5 ±	8.0 ± 5.0	18.6 ± 4.0	13.6 ± 3.8
Grasa	2.0 ± 2.6	0.5 ± 5.0	2.2 ± 1.9	N.D.
Fibra total	60.5 ±	24.5 ± 5.9	62.4 ± 2.5	N.D.
Fenoles totales	1.5 ± 1.5	0.8 ± 5.0	1.0 ± 2.0	1.5 ± 1.0

Azúcares totales	14.4 ±	58.0 ± 20.0	6.65 ± 10.0	8.5 ± 1.2
Sustancias	6.5 ± 1.0	1.6 ± 1.2	0.02 ± 0.1	0.01 ± 0.005
Lignina	17.5 ±	9.0 ± 1.6	1.0 ± 2.0	0.05 ± 0.005
Taninos	3.0 ± 5.0	5.0 ± 2.0	0.002 ± 0.1	0.02 ± 1.0
Ácido	2.4 ± 1.0	2.5 ± 0.6	3.0 ± 0.5	2.3 ± 1.0
Cafeína	1.5 ± 1.0	1.0 ± 0.5	0.03 ± 0.6	0.02 ± 0.1

ND: no determinado

**Fuente:** (López Barrera, 2014).

Estudio realizado por Cruz et al (2021) sobre sustratos en mezcla de cascarilla de arroz, cascarilla de café y aserrín obtuvieron mayor tasa de producción y eficiencia biológica.

### 2.2.2 Bagazo de caña

Los despojos de la caña de azúcar consideran el bagazo y el cogollo, mismo que aportan aproximadamente entre 15 a 20 % del peso de la caña, lo que representaría unas 5,5 MM TM (millones de toneladas métricas) de residuos a nivel (León Martínez et al., 2013). Entre la utilización de los productos de la caña sirven como: fines energéticos, alimento animal y en agricultura para la elaboración de abonos, para controlar malezas y para el cultivo de hongos comestibles (Díaz Muñoz et al., 2019) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Composición química de la paja de caña en estado natural

Componente	Paja integral (%)
Celulosa	45,13
Lignina	14,11
Pentosanos	25,56
Cenizas	8,03
Humedad	9,67

**Fuente:** (León Martínez et al., 2013).

En investigaciones elaboradas por (Díaz Muñoz et al., 2019) sobre el uso del bagazo de caña de azúcar como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* ha adquirido importancia debido a su eficiencia biológica de un 16,77% y a su buen rendimiento de 0,90. Además, al tener altos niveles de celulosa y lignina, suministra los nutrientes que necesita el hongo para el crecimiento y fructificación, también para disminuir el periodo entre incubación y cosecha (Ríos et al., 2010).

### 2.2.3 Residuos de maíz

La tusa es un subproducto resultante de la cosecha del maíz, abarca baja calidad nutricional, pero tiene la amplitud de ser colonizada rápidamente por hongos si no se deshidrata en seguida; sobre todo en climas cálidos y con una alta humedad ambiental (Vinuesa Cisneros, 2020). La tusa de maíz es una fibra cruda que esta combinado por hemicelulosa, celulosa, pectina y lignina (Guzmán, 2019). Son los elementos requeridos por los hongos para su crecimiento y producción. Además, posee la ventaja de tener bajo costo sobre todo en la zona maicera (Tabla 4).

Entre los múltiples usos que se puede dar a los subproductos de la cosecha del maíz es el cultivo de hongos comestibles como lo demuestran Infante et al (2016), en el que la tusa y cascara de maíz dieron resultados positivos en el crecimiento, colonización y formación de cuerpos fructíferos en la producción de *Pleurotus pulmonaris*. De la misma manera, sustratos a base de tusa de maíz usando en el cultivo de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonaris* son aptos en el desarrollo de cuerpos fructíferos, mismos que resultaron de excelente calidad para el consumo humano (Montoya Barreto et al., 2009).

**Tabla 4.** Composición química de la tusa de maíz (*Zea mays*).

<b>Carbohidratos</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Celulosa	43
Hemicelulosa	25
Lignina	29
Extractivos y otras	3

Fuente: (Guzmán, 2019)

### 2.3 Viabilidad económica

En cuanto a viabilidad económica de un proyecto, se tiene un prototipo económico financiero, que contabiliza aquellos flujos de ingresos y egresos de un proyecto, durante la vida del proyecto, planeación de los horizontes desconectados para traerlos a la actualidad (Mexico Gobierno de la Republica, 2004).

La viabilidad económica tras un severo análisis económico y financiero se visualizó que la inversión que un día se llevó a cabo es menor al retorno que, al pasar el tiempo, esperamos

obtener cuando el coste de la inversión es mejorado por el beneficio que genera, reflejándose en un análisis viable y factible (ECONOMIPEDIA, 2022)

### **2.3.1 Ingresos:**

El ingreso es aquel incremento de los activos o del declive de los pasivos de una entidad, durante un periodo contable, con un impacto favorable en la utilidad o pérdida neta, también en el cambio neto en el patrimonio contable y consecuente del capital ganado (Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador, 2021).

### **2.3.2 Capital**

El capital es un valor extendido sobre un periodo de tiempo. La representación del capital surge contemplando la vinculación entre valor y tiempo, la explicación por la cual tenemos una diferente comprensión, y distintos enfoques sobre el capital ya que las diferencias en la forma que comprendemos el tiempo, la creación del valor a través de distintas labores que denominamos producción, siempre toma tiempo poder acceder al valor creado a menudo sigue a la actividad productiva con largos intervalos de tiempo. Los obreros tendrían que trabajar durante todo el año antes de obtener resultados de la cosecha, durante este intervalo tienen que mantenerse, al realizarse la actividad productiva alguien debe adelantar el sustento o pago a los trabajadores, este adelanto fue concebido como una suma de capital que facilitando la producción (Lewin, 2005).

### **2.3.3 Relación costo beneficio:**

La evaluación de proyectos de inversión, se estima como un conjunto de análisis a través de las aplicaciones técnicas con fundamentos teóricos que por demostraciones confiables y reales ayudan con el soporte a la toma de decisiones, siendo la más utilizada el valor del presente neto, la relación beneficio-costos y la tasa interna de retorno, en donde los proyectos deben valorar los costos en que se incurrirán en la inversión. El costo hace referencia al valor que se invierte por las compras realizadas dentro de la empresa o proyecto, dando así los servicios brindados, con un desarrollo adecuado haciendo uso de insumos, materiales e infraestructura, tomando en cuenta las jornadas laborales de trabajadores, caracterizados con el propósito de un buen funcionamiento (Cordova Chuya, 2020).



Comunidad de Guayara, se localizó el sitio mediante la coordenada con el sistema UTM WGS84 detallada en la tabla 5 y visualizada en la figura 2.

**Tabla 5.** Coordenadas de la zona de experimentación

X	Y
687307.00 m E	9642118.00 m S

Fuente: Google Earth Pro, 2022



**Figura 2.** Zona de estudio Comunidad de Guayara.

Fuente: Google Earth Pro, 2022

### 3.2 Desarrollo Metodológico

La investigación se desarrolló de forma cuantitativa, partiendo de la recolección y el análisis de datos numéricos en relación con las variables establecidas. Además, se llevó a cabo en tres etapas, mismas que están en función de los objetivos específicos planteados:

#### 3.2.1 Primera fase: Laboratorio

**Para el objetivo específico 1.** Obtención del micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*, se realizó el siguiente procedimiento:

#### 3.2.1.1. Aislamiento de micelio

En esta etapa se partió principalmente de la cepa madre aislada del hongo *pleurotus ostreatus* en el laboratorio de Principios Activos y Seguridad Alimentaria del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica (CIITT) de la Universidad Católica de Cuenca, donde se utilizó tarugos de bambú con PDA previamente poblada el micelio del hongo estudiado (Anexo 1, 2, 3 y 4).

#### 3.2.1.2. Producción de semilla del hongo

La producción de semilla del hongo (*Pleurotus ostreatus*) es una etapa crítica, en este caso, se debe estar libre de contaminantes, mismos que impedirían o retrasarían el crecimiento y calidad del hongo. Por lo tanto, los investigadores tales como (Ríos Ruiz et al., 2017). recomienda el uso de granos de cereales (maíz o trigo) como soporte de colonización, crecimiento y fuente de energía.

Dadas las consideraciones destacadas anteriormente, se utilizó 6 frascos de vidrio de 250 ml, cerrados herméticamente aplicando 5% de bambú previamente cocido durante 20 minutos, luego se esterilizó en autoclave durante 15 minutos a 120°C, posterior a esto, se enfrió hasta alcanzar una temperatura ambiente y finalmente se inoculó el micelio en el envase, colocando 5 pedazos de micelio de 1,5 cm aproximadamente dentro del frasco que contiene el bambú. Este procedimiento se efectuó dentro de la cámara de flujo laminar previamente desinfectada y esterilizada. El micelio en bambú previamente cocido; se colocó en frascos de 250 ml, los mismos que se ubicó en un lugar oscuro hasta la colonización total del sustrato (Henaó et al., 2008) (Anexo 5 y 6).

#### 3.2.2 Segunda fase: Campo

**Para el objetivo específico 2:** Evaluar la adaptación del hongo *Pleurotus ostreatus* en diferentes tratamientos que contengan cascarilla de café.

Se desarrolló la investigación explicativa, basado en el método experimental, con un diseño de bloques completos al azar (DBA) (6 X 3), compuesta por seis tratamientos y tres

repeticiones de cada una (Grodzinskaya et al., 2002). La experimentación se llevó a cabo en fundas plásticas conteniendo un peso de 3 kg por cada unidad experimental, por lo tanto, se determinó 6 unidades experimentales por cada tratamiento obteniendo un total de 18 unidades para el ensayo (Tabla 6).

**Tabla 6.** Tratamientos utilizados en el experimento

<b>Tratamiento</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Porcentaje</b>
T1	Cascarilla de café	100%
T2	Cascarilla de café + bagazo de caña	50% y 50%
T3	Cascarilla de café + bagazo de caña	75 % y 25%
T4	Cascarilla de café + tusa de maíz	50% y 50%
T5	Cascarilla de café + tusa de maíz	75% y 25 %
T6	Bagazo de caña	100%

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.1. Crecimiento del micelio en los residuos del café (cascarilla)

Se inocularon 100 gramos de la semilla del hongo (sustrato de bambú) en cada unidad experimental (bolsas de polietileno con 3 kg de sustrato) de acuerdo a los tratamientos propuestos dentro del estudio. El crecimiento de micelio se basó mediante la técnica realizada por Vargas et al. (2012), lo cual, consiste en calcular el porcentaje de colonización (volumen) ocupado en el recipiente (bolsas plásticas), en el anexo 1 se detalla todo el procedimiento con sus respectivos tratamientos.

### 3.2.2.2. Evaluación de parámetros de producción del hongo

La producción del hongo *Pleurotus ostreatus* se determinó en función del peso fresco de los cuerpos fructíferos con relación al peso seco de los sustratos expresados en porcentaje (Bolaños, 1997).

### 3.2.2.3. Procedimiento pre y post para los tratamientos

- Para la primera fase de pretratamiento; la cascarilla de café, el bagazo de caña y la tusa de maíz (Anexo 7) fueron recolectados en fase fresca, se colocaron en un área completamente desinfectada, donde no se encontraba ningún agente patógeno

ajeno a los sustratos como pueden ser plagas: dípteros, ratas, cucarachas; tampoco fueron contaminados con bacterias, hongos, protozoos y virus. Después de tener el área de trabajo en condiciones de asepsia se procedió a pasteurizar o esterilizar los sustratos.

- Después, se realizó la esterilización de los sustratos, utilizando una olla con una capacidad de 55,7 Litros, donde se colocaron agua y se dejó hervir, cuando el agua estaba en punto de ebullición, se incorporaron los sustratos uno por uno. Primero fue la cascarilla de café, seguido del bagazo de caña y por último la tusa de maíz, el tiempo para la esterilización de los sustratos fue de 1h 20 min aproximadamente (Anexo 8).
- En la fase de inoculación del hongo *Pleurotus ostreatus* en los sustratos se colocaron en fundas de polietileno con dimensiones de 61 cm de largo por 41 cm de ancho, las cuales, son considerada más óptimas para los 3 Kg de peso del sustrato más el peso del micelio del hongo a incorporar (Anexo 9 y 10).
- La tasa de inoculación que se utilizó fue del 10% de micelio al peso húmedo total del sustrato los rangos de temperatura que se midió de 26 °C ya que el rango moderado está entre 20 – 30 °C.
- Los tratamientos fueron acoplados a los diferentes porcentajes utilizados en cada sustrato, cada sustrato tiene la materia prima a analizar detallada en la tabla 6, cada uno de los tratamientos tienen 3 repeticiones.
- Para mayor asimilación del hongo el bagazo de caña fue cortado en pedazos de 3 cm conjuntamente con la cascarilla de café en el tratamiento 2 (Anexo 11).
- En los sustratos, se utilizó una humedad del 75% realizando la prueba de puño para tener una humedad óptima. (Anexo 12).
- Los porcentajes establecidos por cada tratamiento, se procedieron a mezclar incorporando el micelio del hongo al 5% del total del peso (3 kg).
- Los rangos de temperatura son condiciones de crecimiento muy versátiles entre 20 – 30 °C, lo óptimo fue a 25 °C, el cual, se utilizó un producto agroindustrial y es recomendable tener el pH entre 5,8 y 6,5 e inocular al 5% al 10% al peso húmedo del sustrato con una humedad relativa bastante baja del 30 al 50%.
- Las 18 unidades experimentales se colocaron en estantes de madera dentro de un cubículo oscuro con circulación de aire, cada tratamiento fue colocado aleatoriamente dentro de los estantes de madera (Anexo 19).

### 3.2.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se consideró la aplicabilidad del programa Infostat® versión 2018e, se determinó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey con un  $\alpha=0,05\%$ , con la finalidad de conocer las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para determinar el crecimiento del micelio del hongo expresado en porcentaje de colonización (Muñoz, 2007).

### 3.2.4 Tercera Fase: Viabilidad económica

**Con respecto al tercer objetivo específico:** realizar el análisis de la relación beneficio/costo del producto.

Una vez realizado el trabajo de campo, se procedió a determinar la viabilidad económica del producto de cada tratamiento propuesto, se estimaron los datos exactos de los costos y la producción generada para determinar la relación de beneficio/costo (Díaz A. M., 2009), dicha ecuación 1 se expresa de la siguiente forma:

$$B/C = \frac{VAI}{VAC} \quad (\text{Ecu. 1})$$

Donde:

B/C= relación beneficio/costo.

VAI= valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos.

VAC= valor actual de los costos de inversión o costos totales.

### **3.2.5 Materiales**

#### **3.2.5.1. Materiales Físicos**

- ❖ Etiquetas plásticas de identificación
- ❖ Olla
- ❖ Soguillas
- ❖ Plástico negro 3m
- ❖ Estructura metálica
- ❖ Fundas de polietileno transparentes
- ❖ Estante de 5 pisos
- ❖ Lámparas
- ❖ Timer
- ❖ Multiparamétrico
- ❖ Materiales de Oficina
- ❖ Guantes acrílicos

#### **3.2.5.2. Materiales para laboratorio**

- ❖ Bagazo de caña
- ❖ Cascarilla de café
- ❖ Sustrato, tusa de maiz
- ❖ Agua
- ❖ Agar Agar
- ❖ Elementos desinfectantes químicos
- ❖ Agua destilada

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Datos obtenidos en el laboratorio

Los resultados obtenidos en laboratorio fueron favorables, a los 25 días de ser inoculado la cepa madre del hongo, los micelios cubrieron todos los tarugos de bambú con su manto blanco garantizando la colonización del hongo.

#### 4.2 Porcentaje de colonización en diferentes tiempos

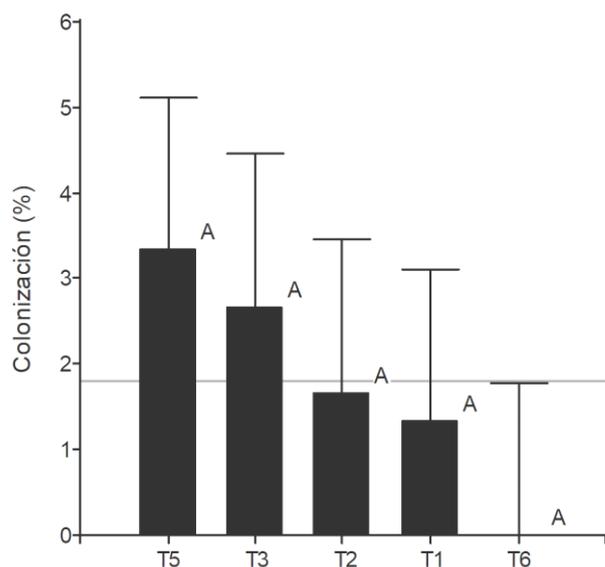
##### 4.2.1 Colonización en 10 días.

La colonización en los 6 tratamientos se examinó a partir del día 10, presentaron valores bajos, mientras que en el tratamiento 4 y 6 no se encontró ningún resultado de desarrollo del hongo durante el periodo analizado. Cabe destacar que de los tratamientos hallados el T5 presentó una media de 3,33% siendo el valor con mejor crecimiento del hongo, evidenciándose los resultados en la tabla 7 y figura 3. Con respecto al estudio realizado por Mosquera et al (2010) se estimó la colonización a partir del 5 días de haber iniciado el proceso en bagazo de caña de azúcar.

**Tabla 7.** Porcentaje de colonización a los 10 días

TRATAMIENTO	MEDIA	D.E.	MÍN	MÁX
T1	1,33	2,31	0	4
T2	1,67	2,89	0	5
T3	2,67	2,52	0	5
T5	3,33	5,77	0	10

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.** Representación en barras del porcentaje de colonización a los 10 días

**Fuente:** Elaboración propia

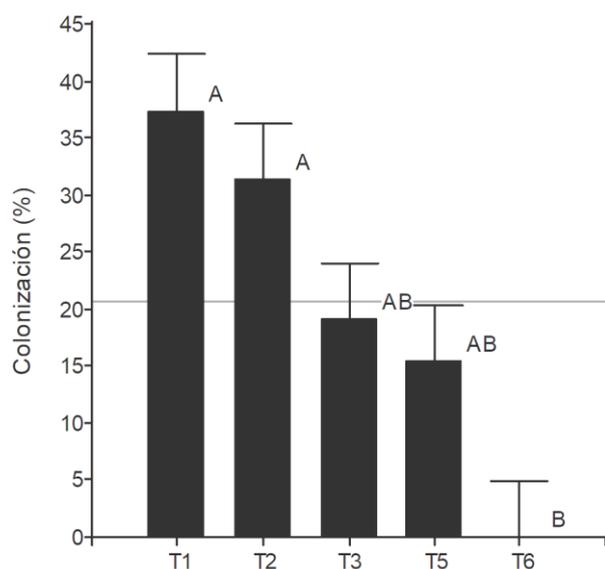
#### 4.2.2 Colonización a los 15 Días

Con respecto a los 15 días se determinó el desarrollo del hongo *Pleurotus ostreatus* en los 6 tratamientos experimentados, donde los tratamientos T4 y T6 no se identificó, posiblemente no se puede asegurar, mientras que en los demás tratamientos se obtuvo un crecimiento notorio, siendo que el T1 y T2 presentaron mayor valor porcentual como se demuestra en la tabla 8 y visualizada en la figura 4.

**Tabla 8.** Porcentaje de colonización a los 15 días

Tratamiento	Media	D.E.	Mín	Máx
T1	37,33	3,06	34	40
T2	31,33	3,21	29	35
T3	19	12,17	5	27
T5	15,33	16,04	0	32
T6	0	0	0	0

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 4.** Representación en barras del porcentaje de colonización a los 15 días

**Fuente:** Elaboración propia

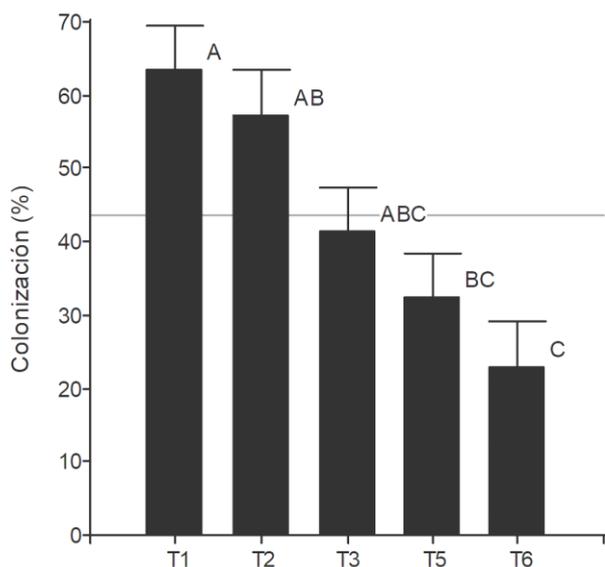
#### 4.2.3 Colonización a los 20 días.

En las condiciones llevadas este ensayo se observó que, a lo largo de los 20 días de haber iniciado el proceso, los tratamientos T1 y T2 han alcanzado los mayores porcentajes siendo de 63,33 y 57,33% de colonización. Por lo tanto, es necesario destacar que en el sustrato compuesto con bagazo de caña (T6) se obtuvo el porcentaje colonización cuyo valor es del 23%, mientras que en el T4 no se ha obtenido resultados (Tabla 9 y Figura 5).

**Tabla 9.** Porcentaje de colonización a los 20 días

Tratamiento	Media	D.E.	Mín	Máx
T1	63,33	1,15	62	64
T2	57,33	6,66	.	63
T3	41,33	16,77	22	52
T5	32,33	19,6	14	53
T6	23	2,65	21	26

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 5.** Representación en barras del porcentaje de colonización a los 20 días

**Fuente:** Elaboración propia

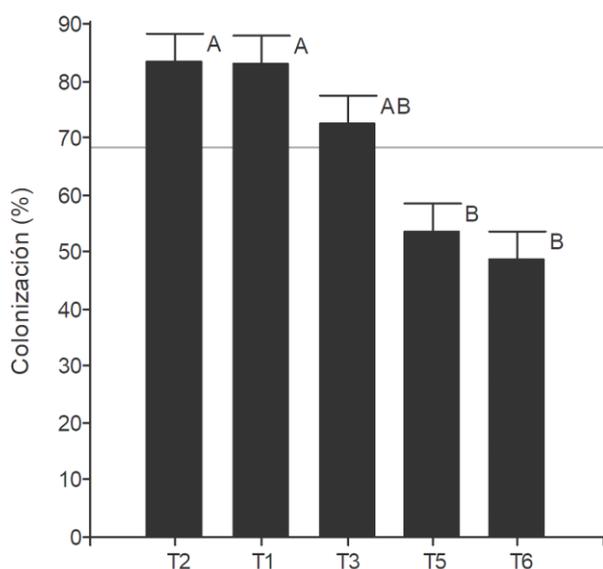
#### 4.2.4 Colonización a los 25 días.

Durante los 25 días de control, los tratamientos T2, T1 y T3 están por alcanzar un porcentaje alto en la colonización de sustratos, en cambio, el T5 y T6 son valores menores comparados con los otros. Por tanto, los tratamientos con menores valores mencionados se encuentran en un proceso de desarrollo lento en comparación con los otros (Tabla 10 y Figura 6).

**Tabla 10.** Porcentaje de Colonización a los 25 días

Tratamiento	Media	D.E.	Mín	Máx
T1	83	1	82	84
T2	83,33	4,16	80	88
T3	72,33	10,41	64	84
T5	53,67	14,19	41	69
T6	48,67	4,51	44	53

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 6.** Representación en barras del porcentaje de colonización a los 25 días

**Fuente:** Elaboración propia

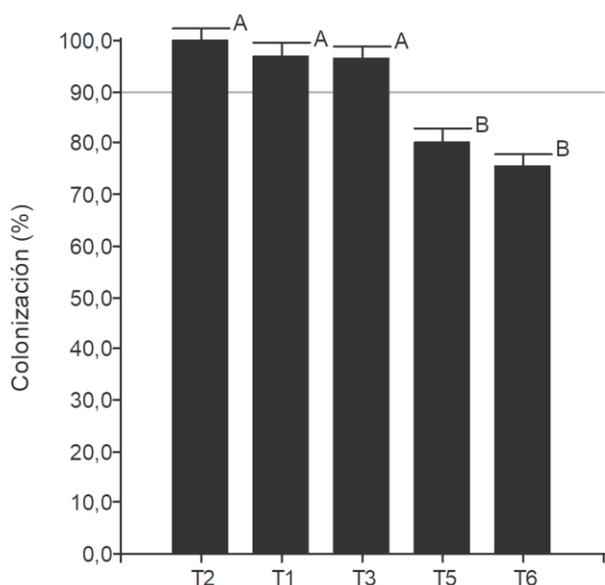
#### 4.2.5 Colonización a los 30 días

En el lapso de todo este periodo, se registró la capacidad de colonización de *Pleurotus ostreatus*, donde los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron los mayores porcentajes con 97, 100 y 96,33% durante 30 días (Tabla 11 y Figura 7). Con respecto a lo acotado anteriormente, existen investigaciones realizadas por Garzón & Cuervo (2008) y Clavijo Sepúlveda, (2020), en los que presentan valores similares a este estudio donde se consideran sustratos como café, aserrín y bagazo de caña para el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en el cultivo de hongos del género *Pleurotus*. Por otro lado, el T4 (Cascarilla de café 50% + tusa de maíz 50%) no presentó progreso de este hongo, por ello, se debe considerar que el género *Pleurotus* necesitan sustratos con pequeñas cantidades de compuestos de nitrógeno y al mismo tiempo grandes proporciones de celulosa, hemicelulosa y lignina para obtener un mejor resultado (Boa, 2005).

**Tabla 11.** Porcentaje de colonización a los 30 días

Tratamiento	Media	D.E.	Mín	Máx
T1	97	1	96	98
T2	100	0	100	100
T3	96,33	1,15	95	97
T5	80,33	7,09	74	88
T6	75,33	6,43	68	80

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7.** Representación en barras del porcentaje de colonización a los 30 días

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6 Análisis de ANOVA y Prueba de Tukey

El análisis del ANOVA se determinó mediante los porcentajes de colonización de cada tratamiento y día (10, 15, 20, 25, 30) de colonización. Es necesario aclarar que se rechaza la hipótesis alternativa debido que  $F < 2,87$  con un nivel de significancia de 0,05, por tanto, se acepta la hipótesis nula  $H_0$  donde todos los tratamientos a base de residuos orgánicos analizados son aptos para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* permitiéndolo desarrollar de manera similar (Tabla 12).

**Tabla 12.** Resultado del análisis de la varianza (ANOVA)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2675,66	4	668,92	0,52	0,73	2,87
Dentro de los grupos	25940,98	20	1297,05			
<b>Total</b>	<b>28616,64</b>	<b>24</b>				

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la prueba de Tukey no tuvieron diferencias estadísticamente significativas de igual forma con la investigación realizada por (Acevedo Cárdenas, 2017). Por otra parte,

el estudio de Moreno (2019) si demostró diferencias altamente significativas dadas en el porcentaje de colonización del hongo en cascarilla de café.

#### 4.3 Crecimiento micelar.

En el presente trabajo los sustratos a base de cascarilla de café tuvieron un comportamiento similar, esto se asemeja a los datos encontrados por Cruz et al (2021) en el cual la colonización total fue a los 30 días. El sustrato donde se mezcló con tusa de maíz (Tabla 13), no llegó a desarrollarse el hongo, probablemente se deba a que el material de residuo de maíz se deshidrata con mayor facilidad, necesitando mayor humedad y por ello el crecimiento micelar se da de manera deficiente (Infante et al., 2016) (Anexo 20).

**Tabla 13.** Número de días en iniciar y alcanzar el 100% de colonización

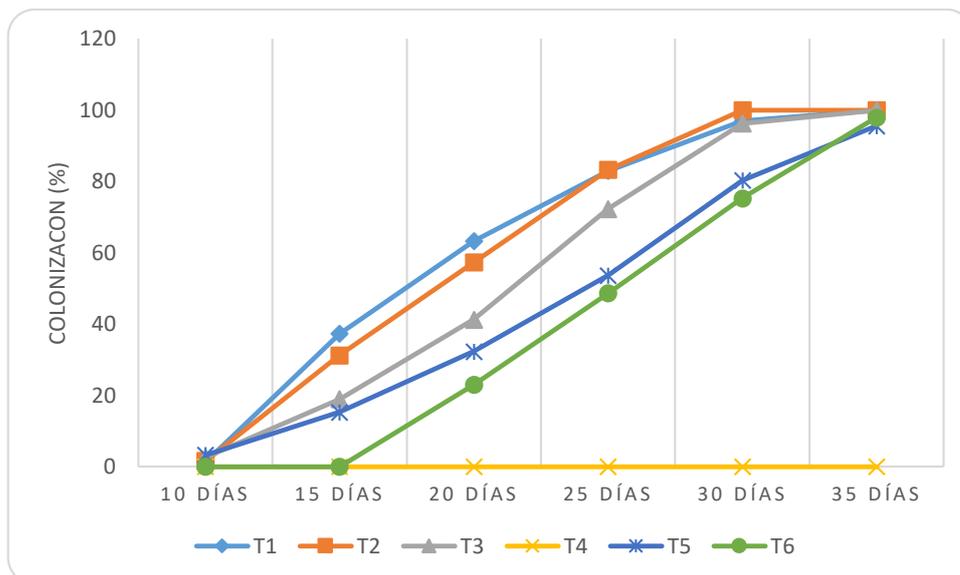
Tratamiento	Tiempo (días)	
	Inicio	100%
CC100%	10	32
CC50%+BC50%	9	30
CC75%+BC25%	9	32
CC50%+TM50%	0	0
CC75%+TM25%	10	38
BC100%	16	36

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Evolución de la colonización del hongo.

En la mayoría de sustratos el hongo *Pleurotus ostreatus* ha alcanzado el 100% colonización excepto T4. El tratamiento a base de bagazo de caña (T6) el micelio actuó en forma tardía con relación al resto, luego tuvo un crecimiento exponencial, llegando alrededor del 100% a los 35 días, lo cual difiere del trabajo realizado por Mosquera et al (2012) que a los 16 días alcanza el 91,33%. Contrariamente a lo indicado por Díaz Muñoz et al (2019) en que los sustratos evaluados entre ellos bagazo de caña al 100% fue invadido por el micelio entre los 40 y 43 días posteriores a la inoculación.

En este trabajo la mezcla de cascarilla de café y tusa de maíz al 50% no tuvo crecimiento alguno (0%) por parte del hongo evaluado (T4), lo cual no coincide con el trabajo de Vera Chang (2018) donde el sustrato a base de Papa dextrosa agar (PDA) y tusa de maíz alcanzan buenos resultados a las 168 horas de iniciada la inoculación (Figura 8).



**Figura 8.** Porcentaje de colonización de *Pleurotus ostreatus* relacionado con el tiempo.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5 Producción del hongo

La mayor producción y eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* se obtuvo al usar como base sustrato cascarilla de café. La eficiencia biológica y rendimiento para bagazo de caña en este caso es menor a lo reportado por Díaz Muñoz et al (2019). con 16,77% y rendimiento de 0,90%. Los sustratos con contenido de cascarilla de café en cuanto a eficiencia biológica superan a lo registrado por Cruz et al (2021) que fue del 15% realizado en una mezcla de cascarilla de café, cascarilla de arroz y aserrín en igual proporción (Tabla 14) (Anexo 21).

**Tabla 14.** Eficiencia y Producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

Tratamiento	Peso (kg)			Eficiencia Biológica (%)	Tasa de producción (%)
	Media	Mín	Máx		
BC100%	0,39	0,15	0,75	12,84	0,64
CC100%	0,63	0,52	0,84	21,22	1,06
CC50%+BC50%	0,75	0,68	0,79	24,95	1,25
CC75%+BC25%	0,27	0,01	0,66	9,18	0,46
CC75%+TM25%	0,72	0,68	0,79	23,99	1,20

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.6 Viabilidad Económica

Para la viabilidad económica de la producción del hongo se presentan los siguientes resultados considerados dentro de este proyecto, se contempló una proyección de 3 años para cada uno de los tratamientos, con una tasa de descuento del 8,86%.

##### 4.6.1 Inversión del proyecto

Comprende la inversión inicial, constituida por todos los activos fijos, tangibles e intangibles necesarios para operar. En la siguiente tabla 15 se da a conocer las inversiones para el proyecto.

**Tabla 15.** Datos de la inversión del proyecto

MATERIAL / SUMINISTRO	Unidad	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO (USD)
Olla	U	1,00	27,78	27,78
Estructura metálica	U	1,00	25,00	25,00
Estante de 5 pisos	U	2,00	30,00	60,00
Plástico negro	m	16,00	1,00	16,00
Instalación	global	1,00	40,00	40,00
Multiparamétrico	U	1,00	80,00	80,00
Lámparas	U	1,00	7,00	7,00
Etiquetas plásticas de identificación	U	18,00	0,10	1,80
<b>Total de la inversión</b>				<b>\$257,58</b>

Fuente: Elaboración propia

##### 4.6.2 Ingresos (Venta del producto final)

Cada caja de 100 gramos tiene un valor de mercado de \$1,71 donde la tabla se detalla los ingresos brutos de cada tratamiento (Tabla 16).

**Tabla 16.** Valor de la venta del producto final

Tratamientos	# de cosecha/año	Cajas de 100 gr	Precio unitario del producto (USD)	Ingreso bruto (USD)
T1	9	1033,36	1,71	1767,052
T2	9	1215,00	1,71	2077,65
T3	9	446,97	1,71	764,3234
T5	8	1038,55	1,71	1775,913
T6	8	556,36	1,71	951,3818

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.3 Costo de la comercialización

Para el costo de comercialización se obtuvo por cada tratamiento teniendo una proyección del número de cosecha anual de 8 y 9, considerando una proyección de cosecha de 54kg para tener que comercializarlos en cajas de 100 gr (Tabla 17).

**Tabla 17.** Valores del costo de comercialización por cada tratamiento

Tratamientos	Rendimiento /cosecha	# de cosecha/año	Total cosecha anual de 3 Kg	Proyección cosecha (54 Kg)	Cajas de 100 gr	COSTO COMERCIALIZACION
T1	1913,64	9	17222,73	103336,36	1033,36	72,34
T2	2250,00	9	20250,00	121500,00	1215,00	85,05
T3	827,73	9	7449,55	44697,27	446,97	31,29
T5	2163,64	8	17309,09	103854,55	1038,55	72,70
T6	1159,09	8	9272,73	55636,36	556,36	38,95

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.4 Costo de variables

En el costo de variables se contempla el capital de trabajo y otros suministros, donde se obtuvo un costo total proyectado para el número de las cosechas anuales que se realizó dependiendo al tipo de tratamiento (Tabla 18).

**Tabla 18.** Valores de los costos de variables del proyecto

MATERIAL / SUMINISTRO	Unidad	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO (USD)
cordeles	U	18,00	\$0,15	\$2,70
Fundas de polietileno	U	18,00	\$0,03	\$0,45
Agar Agar	gr	10,00	\$0,08	\$0,80
tarugos	funda	6,00	\$1,60	\$9,60
Transporte	U	2,00	\$25,00	\$50,00
Agua destilada	L	1,00	\$2,25	\$2,25
Cloro	L	2,00	\$1,50	\$3,00
Guantes acrilicos	caja	0,50	\$5,00	\$2,50
Mano de obra	dias	8,00	\$15,00	\$120,00
TOTAL DE EGRESOS				\$191,30
TOTAL DE LOS EGRESOS POR 9 REPETICIONES DE COSECHA/AÑO				\$1.721,70
TOTAL DE LOS EGRESOS POR 8 REPETICIONES DE COSECHA/AÑO				\$1.530,40

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.5 Valor Actual de los ingresos y costos totales

En la tabla 19 se detalla los resultados del valor actual de los ingresos y costos totales de cada tratamiento para determinar finalmente la relación beneficio/costo del proyecto.

**Tabla 19.** Resultados del valor actual de ingresos y costos totales en los tratamientos

TRATAMIENTOS	Valor Actual de los Ingresos	Valor Actual de los Costos Totales
T1	\$4.484,11	\$4.810,17
T2	\$5.272,29	\$4.842,43
T3	\$1.939,57	\$4.706,00
T5	\$4.506,60	\$4.325,64
T6	\$2.414,25	\$4.239,99

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.6 Relación de Beneficio/Costo

Los resultados de la relación B/C de cada tratamiento se presenta en la tabla 20, donde el T2 y T5 son valores viables para el proyecto, esto se debe a la condición referenciada por (Santos, 2002) recomendando para que este proyecto sea viable dicha relación debe ser mayor o igual a 1. Es necesario aclarar que el valor de 1,09 y 1.04 indican que los ingresos son superiores a los egresos, y que, por cada dólar invertido, el beneficio será de 0,09 y 0,04 respectivamente al T2 y T5.

**Tabla 20.** Resultados de la relación B/C en los diferentes tratamientos

TRATAMIENTOS	RESULTADOS DE B/C
T1	0,93
T2	1,09
T3	0,41
T5	1,04
T6	0,57

Fuente: Elaboración propia

Tendremos en cuenta que, si bien no son grandes ganancias, existieron beneficios viables dentro de los dos tratamientos los cuales no se considera el costo de las externalidades, tendremos presente que, sin el proceso exhaustivo del manejo de la cascarilla o mucilago de café, se produciría una contaminación de suelo y agua, ya que el residuo del café podría ser arrojado a fuentes hídricas o a pastizales, produciendo un malestar ambiental, daños hacia la población. Contemplando que no es necesario comprar el micelio.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES

En esta investigación se evaluó el rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* en base a residuos del café, se procedió a obtener el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* mediante los laboratorios de CIITT, realizándole el aislamiento y propagación del micelio a partir de esporas a temperaturas entre 25 – 28°C por 10 a 15 días. Para la producción de semilla es la etapa más crítica, debe estar libre de contaminantes, obteniendo un buen crecimiento. Adicionalmente, el bambú aportó de manera exitosa en los aspectos de colonización, crecimiento y fuente de energía.

En la fase de experimentación, se utilizaron principalmente sustratos tales como: cascarilla de café, bagazo de caña, tusa de maíz, se definieron 6 tratamientos aplicando 3 repeticiones por cada uno de ellos, se permitió determinar el porcentaje de colonización del hongo, se generó valores porcentuales en distintos días (10, 15, 20, 25, 30).

Durante el periodo de los 30 días, los T2, T1 y T3 en base a cascarilla de café bordean el 100% de colonización. Cabe aclarar que el tratamiento 4 conformado por el 50% de cascarilla de café + 50% tusa de maíz no tuvo crecimiento y desarrollo del hongo *Pleurotus ostreatus* durante el proceso de investigación, esto se debe a que los sustratos necesitan tener compuestos de N menores y a su vez más tiempo para obtener mejor rendimiento.

Otro aspecto importante fue el análisis estadístico mediante el análisis de la varianza ANOVA y la prueba de Tukey, se permitió conocer la variabilidad de los datos obtenidos de los tratamientos, donde se rechazó la Hipótesis alternativa debido que  $F > 2,87$ , lo cual se aceptó la Hipótesis Nula donde todos los tratamientos analizados a base de los residuos orgánicos son aptos para el desarrollo del hongo. T4 no tuvo crecimiento. Con respecto a la prueba de Tukey se confirma que no existe diferencias significativas entre los sustratos utilizados en la producción de hongos *Pleurotus ostreatus* en la zona de Guayara, Santa Isabel.

En lo correspondiente al segundo objetivo, los tratamientos en los cuales se adquirió mejor peso, eficiencia y tasa de producción son T2, T5 y T1. Cumpliendo con el tercer objetivo, se determinó la viabilidad del proyecto mediante la relación Costo/Beneficio, donde resultó viable el tratamiento 2 del 50% bagazo de Caña + 50% Cascarilla de Café y el tratamiento 5 que corresponde a 75% Cascarilla de Café + 25% Tusa de Maíz.

## CAPÍTULO VI

### 6. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos encaminados a validar los datos obtenidos en la presente investigación para la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.
- Sería conveniente que se realice la producción de *Pleurotus ostreatus* en sustratos en base a cascarilla de café; en vista que se obtuvo buena tasa de producción y eficiencia biológica. Siempre y cuando se tome en consideración todos los requerimientos que recibe este género.
- Probar otros sustratos en base a nuevas mezclas o puros, que tengan alto contenido de celulosa y lignina, que sean baratos y fáciles de conseguir en el medio; de esta manera utilizarlos en la producción de hongos y con ello, disminuir la contaminación de suelos, aguas y el ambiente.
- Encaminar estudios con los sustratos analizados en este trabajo; pero con otros géneros y otras especies del género *Pleurotus*, con el fin de contribuir con nuevas fuentes de ingresos a los agricultores, cuidar el medio ambiente y generar una cultura de consumo de hongos en nuestro medio, debido a los beneficios que estos poseen para la salud humana.
- Entusiasmar a las personas y pobladores a la alimentación de este hongo, ya que muy pocas personas son las que consumen este tipo de producto adquirido en mercados, mejor cultivarlos y alimentarse de una forma sana, estos poseen grandes nutrientes para el ser humano, muchas veces superando a la carne.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo cárdenas . (2017). Valoración y crecimiento del cultivo de pleurotus ostreatus en cuatro sustratos generados a partir de procesos productivos agropecuarios, en el municipio de malaga santander. Malaga - españa.
- Alvarado et al., g. (2015). Importancia de la domesticación en la conservación de los hongos silvestres comestibles en México. Bosque, 36(2), 151-161. Doi:10.4067/s0717-92002015000200001
- Boa, e. (2005). Los hongos silvestres comestibles perspectiva global de su uso e importancia para la población. 170. Roma. Recuperado el 29 de diciembre de 2021, de <https://www.fao.org/3/y5489s/y5489s.pdf>
- Bolaños, j. (1997). Relación entre el peso fresco y el peso seco del rastrojo del maíz. Agronomía mesoamericana.
- Clavijo, c. (2020). Capítulo 5. Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos (cascarilla de café y cáscara de plátano), para el cultivo de pleurotus ostreatus. 377-. Recuperado el 21 de diciembre de 2021
- Cordova chuya , e. (2020). Obtenido de chuya cordova mariuxi: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15464/1/e-11299\\_chuya%20cordova%20mariuxi%20elizabeth.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15464/1/e-11299_chuya%20cordova%20mariuxi%20elizabeth.pdf)
- Cruz et al., d. (2021). Producción y valor proteico de pleurotus ostreatus en la región sur de Ecuador: valor proteico de pleurotus ostreatus. Aci avances en ciencias e ingenierías, 12(2), 34-43. Doi:10.18272/aci.v12i2.1806
- Díaz c, j. (2012). Clasificación y descripción de los hongos. Académica, 21-40. Recuperado el 29 de diciembre de 2021, de [http://www.smlucus.org/userfiles/files/curso/3taxonomia\\_y\\_clasificacion\\_de\\_los\\_hongos.pdf](http://www.smlucus.org/userfiles/files/curso/3taxonomia_y_clasificacion_de_los_hongos.pdf)
- Díaz Muñoz et al., k. (2019). Producción de pleurotus ostreatus (pleurotaceae) icfc 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos. Arnaldoa, 26(3), 1177-1184. Doi:10.22497/arnaldoa.263.26322
- Díaz, a. M. (2009). Secretaria de comunicaciones y transporte. Análisis costo-beneficio y costo de efectividad, 13.
- Díaz, j. (2006). Clasificación y descripción de los hongos. Académica, 21-40. Recuperado el 29 de diciembre de 2021, de [http://www.smlucus.org/userfiles/files/curso/3taxonomia\\_y\\_clasificacion\\_de\\_los\\_hongos.pdf](http://www.smlucus.org/userfiles/files/curso/3taxonomia_y_clasificacion_de_los_hongos.pdf)
- Economipedia. (2022). Viabilidad económica. Obtenido de economipedia haciendo fácil la economía : <https://economipedia.com/definiciones/viabilidad-economica.html>

- Fao. (2021). Faostat. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/qcl/visualize>
- Fernández et al., p. (2020). Propiedades funcionales de hongos comestibles. *Agro sur*, 48(1), 11-24. Doi:10.4206/agrosur.2020.v48n1-02
- Figueroa hernández et al., e. (2007). La producción y el consumo del café. Recuperado el 30 de diciembre de 2021, de <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/626/1/ri001902.pdf>
- Gamboa et al., p. (2020). Producción y valor proteico de pleurotus ostreatus en la región sur de ecuador: valor proteico de pleurotus ostreatus. *Ethnobotany research and applications*, 18(38), 1-15. Doi:10.32859/era.
- García oduardo et al., n. (2011). Formulaciones de sustratos en la producción de setas comestibles pleurotus. *Cebi*, 272-282. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v31n3/rtq02311.pdf>
- Garzón, j., & cuervo, j. (2008). Producción de pleurotus ostreatus sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Nova*, 6(10), 126-140. Doi:10.22490/24629448.403
- Grodzinskaya et al., a. (2002). Cultivo de hongos comestibles utilizando desechos agrícolas e industriales. *Agronomía tropical*.
- Henao et al., w. (2008). Evaluación de la producción del hongo pleurotus ostreatus. *Revista tumbaga*, 8. Obtenido de evaluación de la producción del hongo pleurotus ostreatus.
- Infante et al., c. (2016). Evaluación de tusa y cáscara de maíz como sustrato para el cultivo de pleurotus pulmonarius. *Ciencia y tecnología*, 30(1), 31-46. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/29520/29416>
- Janqui guzmán, g. (2018). Remoción del molibdeno de las aguas del rio challhuahuacho de cotabambas – apurímac con carbón activado de tusa de maíz (zea mays). Tesis doctoral, universidad nacional del altiplano, escuela de posgrado, puno. Recuperado el 7 de enero de 2022, de [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/unap/8532/gustavo\\_janqui\\_guzman.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/unap/8532/gustavo_janqui_guzman.pdf?sequence=1&isallowed=y)
- León martínez et al., t. (2013). Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad. *Icidca*, 47(2), 13-22. Recuperado el 5 de enero de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223128548003.pdf>
- Lewin, p. (2005). La idea del capital y el ambito de la economía. *Revista libertas* xii, 6.
- López barrera, d. (diciembre de 2014). Composición química y nutracéutica del residuo sólido del café (coffea arabica l) utilizado y la actividad de los productos de su fermentación colónica in vitro en un modelo de inflamación. Querétaro.
- López barrera, d. M. (2014). Composición química y nutracéutica del residuo sólido del café (coffea arabica l) utilizado y la actividad de los productos de su fermentación

- colónica in vitro en un modelo de inflamación. Querétaro, México. Obtenido de <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/626/1/ri001902.pdf>
- López Rodríguez et al., C. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum*, 13(2), 128-137. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/237035775\\_evaluacion\\_del\\_crecimiento\\_y\\_produccion\\_de\\_pleurotus\\_ostreatus\\_sobre\\_diferentes\\_residuos\\_agroindustriales\\_del\\_departamento\\_de\\_cundinamarca](https://www.researchgate.net/publication/237035775_evaluacion_del_crecimiento_y_produccion_de_pleurotus_ostreatus_sobre_diferentes_residuos_agroindustriales_del_departamento_de_cundinamarca)
- México gobierno de la República. (2004). Viabilidad económica y financiera. Obtenido de [viii.\\_viabilidad\\_economica\\_y\\_financiera:  
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63203/viii.\\_viabilidad\\_economica\\_y\\_financiera\\_bb\\_versi\\_np\\_blica.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63203/viii._viabilidad_economica_y_financiera_bb_versi_np_blica.pdf)
- Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador. (2021). Subsecretaría de Presupuestos.
- Montoya Barreto et al., S. (2009). Rendimientos en el cultivo de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*. *Revista de Investigaciones UCM*(14), 16-26. Obtenido de <https://doctoradoagrarias.files.wordpress.com/2015/07/rendimientos-en-el-cultivo-de-los-hongos-pleurotus.pdf>
- Morán Arellanos et al., T. (2020). Biotechnological potential of plant residues to produce *Pleurotus ostreatus* in rural areas of Campeche. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 11(3), 685-693. Doi:10.29312/remexca.v11i3.1925
- Moreno Fuentes, Á. (2014). Un recurso alimentario de los grupos originarios y mestizos de México: los hongos silvestres. *Anales de Antropología*, 48(1), 241-272. Doi:10.1016/s0185-1225(14)70496-5
- Moreno Moreno, C. (2019). Valoración de la velocidad de crecimiento y productividad del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en tres sustratos generados a partir de residuos agroindustriales en el municipio de Supía - Caldas. Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Medellín. Recuperado el 9 de enero de 2022, de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/27305/%20cmorenomor.pdf?sequence=3&isallowed=y>
- Mosquera et al., S. (2012). Uso de hojarasca de roble y bagazo de caña en la producción de *Pleurotus ostreatus*. *Rev. Bio. Agro*, 10(1), 136-145. Recuperado el 7 de enero de 2022, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s1692-35612012000100016&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s1692-35612012000100016&script=sci_abstract&tlng=es)
- Muñoz, M. P. (2007). Fundamentos básicos de finanzas. Valor-actual-neto-y-tasa-interna-de-retorno-v.

- Naciones unidas. (2018). La agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible una oportunidad para américa latina y el caribe. Santiago. Recuperado el 29 de diciembre de 2021, de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/s1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/s1801141_es.pdf)
- Ochoa, j., & gómez, a. (2018). Producción de orellana (*pleurotus ostreatus*) empleando tusa de maíz (*zea may*), residuos de piña (*ananas comosus*), y taruya (*eichhornia crassipes*). *Innocae*, 2(1), 17-23. Recuperado el 4 de enero de 2022, de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/innocae/article/view/3331>
- Pdot santa isabel. (2015). Actualización plan de ordenamiento territorial del cantón santa isabel.
- Pineda et al, j. (2014). Producción de *pleurotus ostreatus* por fermentación en estado sólido: una revisión. *Icidca*, 48(2), 13-23. Recuperado el 18 de diciembre de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223131465002>
- Rathinavelu, r., & graziosi, g. (2005). Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café. Italia: departamento de biología de la universidad de trieste. Recuperado el 6 de abril de 2021, de organización internacional del café, ita.: <https://ciberinnova.edu.co:10004/archivos/plantilla-ovas1-slide/documents-ucn-canvas/impacto-ambiental/unidad%202/5.%20usos%20residuos%20del%20cafe.pdf>
- Ríos et al., m. (2010). Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. *Rev.bio.agro*, 8(2). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s1692-35612010000200012&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s1692-35612010000200012&script=sci_abstract&tlng=es)
- Ríos ruiz et al., w. (2017). Isolation, propagation and growth of native edible fungi in agroindustrial residues. *Scientia agropecuaria*, 8(4), 327-335. Doi:10.17268/sci.agropecu.2017.04.04
- Robalino, v. (2017). Aprovechamiento integral de residuos frutales del cantón patate mediante fermentación sólida para cultivo de *pleurotus ostreatus*. Trabajo de titulación, escuela superior politécnica de chimborazo, riobamba. Recuperado el 7 de enero de 2022
- Santos, m. (2002). Análisis de la relación beneficio/costo de la implementación de obras de conservación de suelo: ocho estudios de caso en la comunidad de la ciénega, san antonio de oriente, honduras. Zamorano - honduras.
- Serna jiménez et al., j. A. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista ion*, 31(1), 37-42. Doi:10.18273/revion.v31n1-2018006

- Toledo, c., & barroetaveña, c. (2017). Crecimiento miceliar de especies silvestres de hongos comestibles de los bosques andino-patagónicos: primeros pasos para su domesticación. *Boletín de la sociedad argentina de botánica*, 52(3), 435-446. Doi:10.31055/1851.2372.v52.n3.18025
- Valdespino sahagún, f. L. (2020). Aprovechamiento sostenible de hongos comestibles; hacia una seguridad alimentaria. *Meio ambiente*, 2(5), 45-55. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/348690551\\_aprovechamiento\\_sostenible\\_de\\_hongos\\_comestibles\\_hacia\\_una\\_seguridad\\_alimentaria](https://www.researchgate.net/publication/348690551_aprovechamiento_sostenible_de_hongos_comestibles_hacia_una_seguridad_alimentaria)
- Vera chang, j. (2018). Crecimiento radial de hongos ostras (*pleurotus ostreatus* y *pleurotus sapidus*) sobre residuos sólidos de soya, arroz y tusa de maíz.
- Vinueza cisneros, b. (2020). Composición química de residuos agroindustriales del maíz (*zea mays*) (cáscara, pelusa, tusa y panca) utilizados en la alimentación de rumiantes. Quevedo, los ríos, ecuador. Recuperado el 7 de enero de 2022, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5324/1/t-uteq-0098.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Tamaño del tarugo del bambú



### Anexo 2. Tarugos del bambú



### Anexo 3. Medio de cultivo



### Anexo 4. Incorporación de los tarugos en el medio de cultivo



**Anexo 5.** Colonización del micelio en los tarugos



**Anexo 6.** Colonización completa del micelio



**Anexo 7: Sustratos utilizados**



Cascarilla de café



Bagazo de caña de azúcar



Tusa de maíz

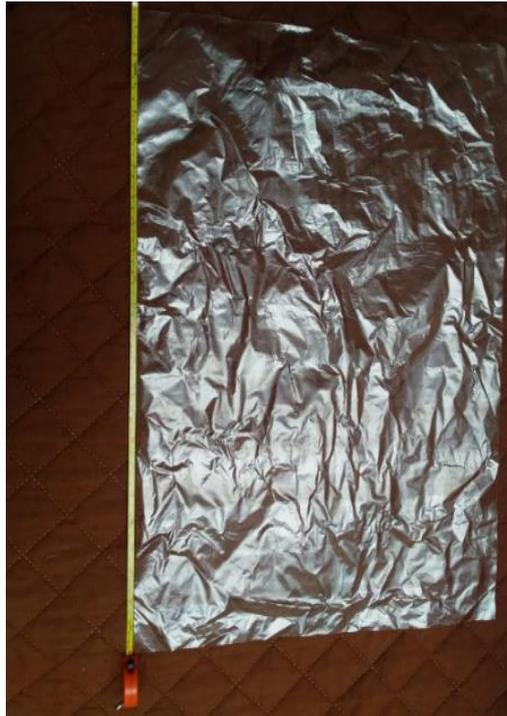
**Anexo 8. Esterilización de los sustratos**



**Anexo 9. Medida horizontal de las fundas**



**Anexo 10.** Medida de las fundas de forma vertical



**Anexo 11.** Tratamiento 2 con 50% cascarilla de café y 50% de bagazo de caña



**Anexo 12.** Prueba del puño para la humedad



**Anexo 13.** Experimentación del tratamiento 1



**Anexo 14. Experimentación del tratamiento 2**



**Anexo 15. Experimentación del tratamiento 3**



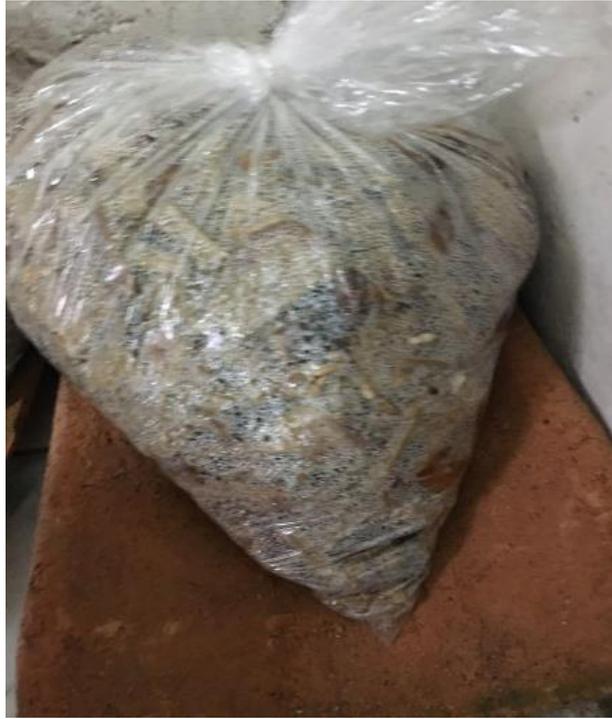
**Anexo 16.** Experimentación del tratamiento 4



**Anexo 17.** Experimentación del tratamiento 5



**Anexo 18.** Experimentación del tratamiento 6



**Anexo 19.** Ubicación de los tratamientos experimentados



**Anexo 20.** Crecimiento micelar de los tratamientos



**Anexo 21.** Producción y cosecha de *Pleurotus ostreatus*





## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Adrián Esteban Abril Aguilar** portador de la cédula de ciudadanía N° **0104077607**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación : **“PRODUCCION DEL HONGO OSTRA *PLEUROTUS OSTREATUS* A PARTIR DE RESIDUOS DE CAFÉ (COFFEA ARÁBICA PROVINCIA DEL AZUAY CANTON SANTA ISABEL COMUNIDAD DE GUAYARA)”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **12 de abril de 2022**



**Abril Aguilar Adrián Esteban**

C.I. 0104077607