



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**RESPUESTA AGRONÓMICA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*,
BAJO CUATRO SUSTRATOS DERIVADOS DE RESIDUOS DE
COSECHAS EN EL CANTÓN MORONA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

AUTOR: ALESTY JHOMIRA DELGADO CHACÓN

DIRECTOR: ING. JOSÉ HERNÁN YUMBLA SALINAS

MACAS - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

RESPUESTA AGRONÓMICA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*, BAJO
CUATRO SUSTRATOS DERIVADOS DE RESIDUOS DE COSECHAS EN
EL CANTÓN MORONA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

AUTOR: ALESTY JHOMIRA DELGADO CHACÓN

DIRECTOR: ING. JOSÉ HERNÁN YUMBLA SALINAS

MACAS - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Alesty Jhomira Delgado Chacón portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 1400746754. Declaro ser el autor de la obra: "**RESPUESTA AGRONÓMICA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*, BAJO CUATRO SUSTRATOS DERIVADOS DE RESIDUOS DE COSECHAS EN EL CANTÓN MORONA**", 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.

Macas, 5 de agosto de 2023

F: 

Alesty Jhomira Delgado Chacón

C.I.1400746754

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado **“Respuesta agronómica del hongo *Pleurotus ostreatus*, bajo cuatro sustratos derivados de residuos de cosechas en el cantón Morona”** realizado por: **Alesty Jhomira Delgado Chacón**, con documentos de identidad **1400746754**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agrónoma**, ha sido asesorado, orientado, revisado y supervisado durante su ejecución bajo mi tutoría en todo el proceso, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación que exige la Universidad Católica de Cuenca, por lo que está expedito para su presentación y sustentación al el respectivo tribunal.

Macas, 5 de septiembre del 2023.



Ing. José Hernán Yumbra Salinas MGS

CC: 0103765970

TUTOR

DEDICATORIA

A mis padres Luis y Elba por su dedicación y amor, por ser ejemplo de valentía y comprensión. El soporte de ellos ha sido esencial para poder realizar trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme vivir un logro más, por la salud, la sabiduría y el discernimiento para poder cumplir con este trabajo.

A mi familia por estar siempre presentes, en especial a mi esposo José y a mi hija Rafaella.

Agradezco de manera especial a mi sobrina Sarah, quien se ha interesado por esta investigación y ha estado presente en cada fase de este proyecto.

A la Universidad Católica de Cuenca por formarme como profesional con buenos valores.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|-----|---|--------|
| 1. | INTRODUCCIÓN | - 1 - |
| 1.1 | ANTECEDENTES | - 1 - |
| 1.2 | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | - 2 - |
| 1.3 | JUSTIFICACIÓN | - 3 - |
| 1.4 | OBJETIVOS | - 5 - |
| | 1.4.1 OBJETIVO GENERAL..... | - 5 - |
| | 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | - 5 - |
| 1.5 | HIPÓTESIS..... | - 5 - |
| 2. | REVISIÓN LITERARIA | - 6 - |
| 2.1 | HONGOS..... | - 6 - |
| 2.2 | HONGOS COMESTIBLES..... | - 6 - |
| 2.3 | HONGO <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i> | - 7 - |
| | 2.2.1 2.3.1 Morfología..... | - 7 - |
| | 2.2.2 2.3.2 Clasificación taxonómica..... | - 7 - |
| | 2.3.3 Ciclo de vida..... | - 8 - |
| | 2.3.4 Valor nutritivo | - 9 - |
| | 2.3.5 Usos..... | - 11 - |
| | 2.3.6 Plagas y enfermedades principales | - 11 - |
| 2.4 | CULTIVO DE HONGOS EN EL PAIS. | - 13 - |
| 2.5 | CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DEL HONGO PLEUROTUS OSTREATUS..... | - 14 - |
| | 2.2.3 2.5.1 Temperatura..... | - 14 - |
| | 2.5.2 pH..... | - 14 - |
| | 2.5.3 Humedad | - 15 - |
| | 2.5.4 Ventilación | - 16 - |
| | 2.5.5 Iluminación..... | - 16 - |
| 2.6 | FASES DE CRECIMIENTO | - 16 - |
| | 2.2.4 2.6.1 Fase de latencia..... | - 17 - |
| | 2.2.5 2.6.2 Fase de declinación | - 17 - |
| | 2.2.6 2.6.3 Fase estacionaria y la muerte | - 18 - |
| 2.7 | ETAPAS DE CULTIVO..... | - 19 - |
| | 2.2.7 2.7.1 Inoculación | - 19 - |
| | 2.7.2 Incubación | - 19 - |
| | 2.7.3 Fructificación..... | - 20 - |

| | | |
|--------|--|--------|
| 2.7.4 | Cosecha | - 20 - |
| 2.7.5 | Manejo postcosecha..... | - 21 - |
| 2.8 | RESIDUOS AGRICOLAS UTILIZADOS EN EL CULTIVO DEL HONGO OSTRAL | - 22 - |
| 2.8.1 | Tuzas de maíz | - 23 - |
| 2.8.2 | Aserrín de madera Pigue <i>Piptocoma discolor</i> | - 24 - |
| 2.8.3 | Bagazo de caña | - 25 - |
| 2.8.4 | Cascarilla de café..... | - 26 - |
| 2.9 | COMPOSICION DE LOS RESIDUOS DE COSECHAS AGRÍCOLAS..... | - 26 - |
| 2.9.1 | Celulosa | - 26 - |
| 2.9.2 | Hemicelulosa | - 26 - |
| 2.9.3 | Lignina | - 27 - |
| 2.10 | VIABILIDAD DE UN PROYECTO..... | - 27 - |
| 3. | METODOLOGÍA | - 29 - |
| 3.1 | ZONA DE ESTUDIO | - 29 - |
| 3.1.1 | Ubicación..... | - 29 - |
| 3.1.2 | Situación meteorológica de la parroquia Macas..... | - 29 - |
| 3.2 | MATERIALES..... | - 30 - |
| 3.2.1 | Materiales biológicos..... | - 30 - |
| 3.2.2 | Materiales físicos..... | - 30 - |
| 3.3 | DISEÑO EXPERIMENTAL..... | - 31 - |
| 3.3.1 | Análisis estadístico | - 31 - |
| 3.3.2 | Descripción de los tratamientos | - 31 - |
| 3.3.3 | Variables medidas..... | - 32 - |
| 3.4 | DESARROLLO METÓDOLOGICO..... | - 33 - |
| 3.4.1 | Adecuación de la zona de estudio | - 34 - |
| 3.4.2 | Recolección de residuos agrícolas | - 35 - |
| 3.4.3 | Preparación del sustrato | - 35 - |
| 3.4.4 | Esterilización del sustrato | - 35 - |
| 3.4.5 | Enfriamiento de los sustratos | - 36 - |
| 3.4.6 | Siembra..... | - 37 - |
| 3.4.7 | Etapa de incubación..... | - 38 - |
| 3.4.8 | Fructificación..... | - 39 - |
| 3.4.9 | Cosecha | - 40 - |
| 3.4.10 | Recolección de datos | - 41 - |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | - 43 - |
| 4.1 | APARICIÓN DE PRIMORDIOS EN EL CULTIVO..... | - 43 - |

| | |
|--|--------|
| 4.2 DIAMETRO DE LOS CARPOFOROS EN CADA TRATAMIENTO | - 45 - |
| 4.3 CANTIDAD DE CUERPOS COSECHADOS EN CADA TRATAMIENTO | - 48 - |
| 4.4 PESO TOTAL DE LA COSECHA EN CADA TRATAMIENTO | - 51 - |
| 4.5 EFICIENCIA BIOLÓGICA..... | - 53 - |
| 4.6 RENDIMIENTO | - 55 - |
| 4.7 ANALISIS ECONÓMICO | - 57 - |
| 4.7.1 Inversión del proyecto | - 58 - |
| 4.7.2 Costo de producción de cada ciclo | - 58 - |
| 4.7.3 Ingresos de la producción | - 59 - |
| 4.1.1 4.7.4 Flujo financiero..... | - 60 - |
| 4.7.5 Relación costo / beneficio..... | - 60 - |
| 5. CONCLUSIONES | - 61 - |
| 6. RECOMENDACIONES | - 63 - |
| BIBLIOGRAFÍA | - 64 - |
| ANEXOS | - 69 - |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|--------|
| Fig. 1 Morfología de una seta | - 7 - |
| Fig. 2 Zona de estudio, Barrio La Florida..... | - 29 - |
| Fig. 3 Cuarto oscuro para la primera etapa | - 34 - |
| Fig. 4 Cuarto claro para la segunda etapa | - 34 - |
| Fig. 5 Aserrío de Pigue | - 35 - |
| Fig. 6 Esterilización de los sustratos..... | - 36 - |
| Fig. 7 Enfriamiento de las tuzas fragmentadas | - 36 - |
| Fig. 8 Micelio de <i>Pleurotus ostreatus</i> inoculado en trigo..... | - 37 - |
| Fig. 9 Determinación del peso de sustrato y de la semilla..... | - 37 - |
| Fig. 10 Estante 1 de cuatro repisas y tres columnas | - 38 - |
| Fig. 11 Estante 2 de cuatro repisas y dos columnas..... | - 38 - |
| Fig. 12 Brote de primordios | - 39 - |
| Fig. 13 Etapa de fructificación..... | - 40 - |
| Fig. 14 Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en fase de cosecha | - 40 - |
| Fig. 15 Cosecha del Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> | - 41 - |
| Fig. 16 Diámetro del hongo | - 41 - |
| Fig. 17 Número de cuerpos fructíferos | - 42 - |
| Fig. 18 Determinación del peso de los hongos cosechados | - 42 - |
| Fig. 19 Análisis del tiempo de brotación de primordios..... | - 45 - |
| Fig. 20 Análisis del diámetro de los sombreros | - 48 - |
| Fig. 21 Análisis de número de cuerpos fructíferos en la cosecha..... | - 50 - |
| Fig. 22 Análisis del peso del hongo <i>Ostra</i> | - 53 - |
| Fig. 23 Eficiencia biológica del hongo <i>Ostra</i> | - 55 - |
| Fig. 24 : Análisis del rendimiento del cultivo del hongo <i>Ostra</i> | - 57 - |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|--------|
| Cuadro 1: Taxonomía del hongo Ostra..... | - 7 - |
| Cuadro 2: Porcentaje del contenido nutricional en el hongo P. ostreatus | - 10 - |
| Cuadro 3 Diseño de Bloques Completamente al Azar en los dos estantes..... | - 31 - |
| Cuadro 4 Composición de los tratamientos | - 32 - |
| Cuadro 5 Tiempo de brote de primordios los tratamientos | - 43 - |
| Cuadro 6 Resumen estadístico del tiempo de brote de primordios..... | - 44 - |
| Cuadro 7 ANOVA de la brotación de primordios en T1, T2, T4 | - 44 - |
| Cuadro 8 Diámetro de los carpóforos | - 46 - |
| Cuadro 9 Resumen estadístico de la variable diámetro del carpóforo..... | - 46 - |
| Cuadro 10 ANOVA del diámetro del carpóforo..... | - 46 - |
| Cuadro 11 ANOVA para la variable diámetro del carpóforo..... | - 47 - |
| Cuadro 12 Cantidad de frutos | - 49 - |
| Cuadro 13 Resumen estadístico de la variable número de cuerpos fructíferos | - 49 - |
| Cuadro 14 ANOVA de la cantidad de sombreros..... | - 49 - |
| Cuadro 15 ANOVA para la variable cantidad de cuerpos fructíferos en los tratamientos..... | - 50 - |
| Cuadro 16 Peso total de cosecha..... | - 51 - |
| Cuadro 17 Análisis descriptivo estadístico del peso de los hongos..... | - 52 - |
| Cuadro 18 Análisis de varianza del peso producido..... | - 52 - |
| Cuadro 19 ANOVA del peso en los tres tratamientos..... | - 52 - |
| Cuadro 20 Eficiencia Biológica de los tratamientos..... | - 53 - |
| Cuadro 21 Resumen estadístico de eficiencia biológica..... | - 54 - |
| Cuadro 22 ANOVA de la eficiencia biológica en los tratamientos..... | - 54 - |
| Cuadro 23 Valor del rendimiento de los tratamientos..... | - 56 - |
| Cuadro 24 Resumen estadístico de rendimiento..... | - 56 - |
| Cuadro 25 ANOVA del rendimiento en los tratamientos..... | - 56 - |
| Cuadro 26 Inversión del proyecto..... | - 58 - |
| Cuadro 27 Costo de producción de cada ciclo..... | - 59 - |
| Cuadro 28 Ingresos por ciclo | - 59 - |
| Cuadro 29 Flujo financiero | - 60 - |
| Cuadro 30 VAN, TIR, BENEFICIO/ COSTO | - 60 - |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|--------|
| ANEXO 1 Fotografías de los residuos de cosechas agrícolas, tuza de maíz, bagazo de caña, aserrín de pigue, de café. | - 69 - |
| ANEXO 2 Fotografía de cada tratamiento colonizado..... | - 70 - |
| ANEXO 3 Fotografías de aparición de primordios en t1, t2, t4..... | - 71 - |
| ANEXO 4 Fotografías de la fructificación..... | - 71 - |
| ANEXO 5 Fotografías del cultivo en etapa de cosecha | - 72 - |
| ANEXO 6 Fotografías de la etapa de cosecha..... | - 73 - |
| ANEXO 7 Cálculos para determinar la viabilidad económica..... | - 74 - |
| ANEXO 8 Fichas de recolección de datos | - 75 - |
| ANEXO 9 Autorización de publicación en el repositorio institucional | - 76 - |

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la parroquia Macas del cantón Morona cuyo objetivo fue evaluar la respuesta agronómica del hongo *Pleurotus ostreatus*, bajo cuatro sustratos derivados de residuos de cosechas para esto se utilizó; bagazo de caña, tuzas de maíz, aserrín de Pigue y cascarilla de café con los que se conformaron 4 tratamientos con 5 repeticiones teniendo un total de 20 unidades experimentales. Cada unidad contó con tres bloques de 2kg de sustrato y 0.2 kg de semillas. El cultivo tuvo dos fases: el cuarto oscuro y el cuarto claro bajo condiciones ambientales controladas. El tratamiento basado en tuzas de maíz T2 obtuvo el mayor rendimiento con el 47% y una eficiencia biológica del 68%, también fue el primero en colonizarse y el primero en emergencia de brotes de cuerpos fructíferos. Sin mayor diferencia, el T1 a base de bagazo de caña obtuvo un rendimiento del 33%, mientras que el sustrato a base de cascarilla de café T4, fue el que menor rendimiento tuvo con el 11%. El tratamiento T3 de aserrín de Pigue emitió brotes de primordios recién a los 48 días y alcanzó una colonización básica del 30% de sus unidades experimentales en el período estudiado. Para complementar esta investigación se realizó el análisis económico con el tratamiento T2 que fue el de mayor rendimiento, con una proyección de 5 años alcanzó una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 92% y el valor de beneficio costo es de 1.25 lo que significa que el proyecto es rentable.

Palabras clave: Pleurotus, Hongo comestible, Sustratos, Hongo Ostra

ABSTRACT

This research was carried out in the Macas parish of the Morona canton whose objective was to evaluate the response agronomy of the *Pleurotus ostreatus* fungus, under four substrates derived from crop residues for this was used; cane bagasse, corn gophers, Pigue sawdust and coffee husks with which 4 treatments were made up of 5 repetitions having a total of 20 experimental units. Each unit had three blocks of 2kg of substrate and 0.2 kg of seeds. The culture had two phases: the dark room and the light room under controlled environmental conditions. The treatment based on T2 corn gophers obtained the highest yield with 47% and a biological efficiency of 68%, it was also the first to be colonized and the first to emerge from fruiting body shoots. Without much difference, the T1 based on sugarcane bagasse obtained a yield of 33%, while the substrate based on coffee husks T4, was the one with the lowest performance with 11%. The T3 treatment of Pigue sawdust emitted primordia shoots only after 48 days and reached a basic colonization of 30% of its experimental units in the period studied. To complement this investigation, the economic analysis was carried out with the T2 treatment, which was the one with the highest performance, with a projection of 5 years, reached an Internal Rate of Return (IRR) of 92% and the benefit value cost is 1.25 which means that the project is profitable.

Keywords: *Pleurotus*, Edible mushroom, Substrates, Oyster mushroom.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En muchas empresas agrícolas, se generan subproductos como resultado de los procesos llevados a cabo en diversas líneas de producción. Sin embargo, la mayoría de estos subproductos poseen poco o nulo valor comercial, lo que lleva a que las propias industrias opten por desecharlos en vertederos o incineración. Esto se debe a la falta de estandarización en los procesos productivos y en el manejo de subproductos conlleva a oportunidades desaprovechadas. Si se establecieran procesos más eficientes y estandarizados para tratar estos subproductos, se podrían explorar alternativas como el reciclaje, la reutilización o la conversión en productos de mayor valor agregado. Estas opciones podrían reducir los costos de eliminación de residuos y, a la vez, generar nuevas fuentes de ingresos para las empresas (Gomez & Orozco, 2018).

A través de prácticas de producción sostenibles, los hongos cultivados como alimentos contribuyen a generar procesos más amigables con el medio ambiente. Estos cultivos limpios ofrecen una alternativa eco-friendly para la producción de alimentos, evitando el desperdicio y fomentando la reutilización de subproductos en el proceso. Al optar por el cultivo de hongos comestibles, se promueve la sostenibilidad y se reducen los impactos negativos en el entorno, generando beneficios tanto para la industria alimentaria como para el medio ambiente (Ruilova & Hernández, 2014), por otra parte (Sánchez & Royse, 2001) manifiesta que los hongos *Pleurotus* spp. poseen la capacidad de crecer en una extensa gama de residuos agrícolas, donde la selección del sustrato se basa en su disponibilidad y coste. Por ejemplo, diferentes variedades de este hongo se han cultivado en diversos tipos de materiales, como aserrín, rastrojos y otros residuos provenientes de la agricultura y la agroindustria. Estos sustratos incluyen el olote de maíz, desechos de algodón, bagazo de

caña, restos de café, papel periódico, así como diversas partes de plantas como hojas, flores, pulpas o cáscaras.

El cultivo de hongos es muy valorado por su alto valor nutritivo y proteico. En promedio, los hongos contienen alrededor de un 3.5 a 4 por ciento de proteína en peso recién cosechado, y del 30 al 50 por ciento en peso deshidratado. Comparado con el contenido proteico de otros alimentos, los hongos frescos tienen el doble de proteínas que las hortalizas (Donado, 2014). Las proteínas son fundamentales en la estructura y función celular, y cumplen diversas funciones cruciales en el cuerpo, como su capacidad catalítica en forma de enzimas, su participación en la movilidad corporal a través de la actina y la miosina, su papel mecánico como elastina y colágeno, su función de transporte y almacenamiento mediante hemoglobina, mioglobina y citocromos, su labor protectora mediante anticuerpos y su capacidad reguladora como hormonas, entre otras. (Martínez, 2006)

El cultivo de hongos comestibles en materiales ricos en celulosa y lignina ofrece una opción para producir alimento con gran cantidad de proteína a bajo costo y tiempo con ayuda de los desechos agrícolas, en el desarrollo del cultivo se utiliza tecnología sencilla y se aprovecha lo que queda del cultivo debido a su abundancia en nitrógeno, fósforo y potasio (García, Bermúdez, & Serrano, 2011)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la provincia existe gran cantidad de residuos agrícolas que quedan de las cosechas de cultivos principalmente el café, maíz, caña de azúcar, uno de los problemas asociados a los residuos de cosechas es la poca información que existe acerca de su contenido porque en base a eso pueden ser aprovechado de acuerdo a su disposición, por ejemplo como alimento para animales, biomasa, papel, entre otros como una alternativa amigable con el ambiente (Fonseca & Monroy, 2022). Evitando que estos residuos generen contaminación alrededor de las fincas de los productores, como lo indica (Ruilova & Hernández, 2014). Al decir que, en las naciones de desarrollo, es frecuente la quema de desechos agrícolas, esto

ocasiona la liberación de numerosos gases, como monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno y otros óxidos, en grandes cantidades, estas emisiones son altamente contaminante para la atmosfera y contribuyen al efecto invernadero.

En la provincia de Morona Santiago, la dieta predominante se basa principalmente en el consumo de alimentos ricos en carbohidratos. Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la provincia, actualizado en 2010, se destaca que los cultivos más comunes en las fincas de la región son plátano, yuca, oritos, palma, papa china y camote, siendo mínimo el consumo de proteína generando desnutrición en la población. (Martínez, 2006) manifiesta que las proteínas son fundamentales en la estructura y función celular, y cumplen diversas funciones cruciales en el cuerpo, como su capacidad catalítica en forma de enzimas, su participación en la movilidad corporal a través de la actina y la miosina, su papel mecánico como elastina y colágeno, su función de transporte y almacenamiento mediante hemoglobina, mioglobina y citocromos, su labor protectora mediante anticuerpos y su capacidad reguladora como hormonas, entre otras, es por esto que es de vital importancia su consumo en la alimentación cotidiana de los residentes habitantes de la provincia.

En los últimos años gran parte de la población ha optado por emprender esto debido a la falta de trabajo o por tener otros ingresos, el problema surge cuando no se llega a tener rentabilidad en el proyecto planteado esto es lo que sucede en la provincia haciendo que los emprendedores se den por vencidos porque no ven ganancia en sus negocios. El cultivo de hongos al ser cultivado en sustratos accesibles en el medio nos brinda facilidad para establecer este cultivo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los residuos agrícolas de los diferentes cultivos deben ser tratados para evitar el daño del ambiente. Varios hongos comestibles tienen la capacidad de colonizar residuos vegetales y descomponer componentes como la lignina, la hemicelulosa y la celulosa presente en ellos. La velocidad de este proceso de descomposición depende de la especie de hongo y la

temperatura ambiental. La familia de hongos Pleurotaceae es particularmente destacada como agentes primarios de descomposición, ya que pueden aprovechar directamente los desechos vegetales en su estado original, sin necesidad de que hayan sido sometidos previamente a procesos de degradación bioquímica o microbiológica. (Sánchez & Royse, 2001) de la misma manera (López, Hernández, Suárez, & Borrero, 2008) indica que el crecimiento de éste hongo en la naturaleza ocurre de manera óptima en desechos que contienen materiales leñosos o ricos en fibra, como troncos, ramas y bagazos; es viable cultivarlos en materiales que tengan una composición similar a la que se encuentra en su hábitat natural.

El cultivo del hongo ostra genera un alimento de valioso contenido nutricional. (Sánchez V. C., 2013) siendo el contenido de proteínas la principal fuente nutricional, contiene un valor de 35% aproximadamente en base a su peso deshidratado esto en comparación con la leche con (25.2%), el trigo (13.2%), la carne de res (22.8%), el huevo (11.1%), pollo (23.8%), considerando como sustituto de la carne de origen animal. (Valera, 2019) además en comparación con lentejas (22,92 %), frijoles negros (21,60 %), avena (13,15 %) y arroz blanco (6,61 %) (González 2020) , así la población tiene una alternativa para consumir mayor cantidad de proteína en sus comidas diarias junto a esto (López, Hernández, Suárez, & Borrero, 2008) manifiesta que los hongos comestibles tienen una cantidad reforzadas de proteínas que las verduras y contienen los nueve aminoácidos esenciales, incluyendo leucina y lisina, son ricos en minerales y bajos en calorías y carbohidratos, además tienen propiedades medicinales como la capacidad de reducir la evolución de tumores, la disminución del colesterol en la sangre y la presencia de sustancias antioxidantes e inmunomoduladoras.

El cultivo de hongos en la actualidad se considera una opción prometedora para fomentar el desarrollo en zonas rurales, y la técnica está fomentada siendo esta básica que no requiere de gran presupuesto económico. (Ardón, 2007), dando así mayor rentabilidad a quienes desean emprender con este cultivo como lo indica (Torres, 2003) la industria de los

hongos genera una gran cantidad de dinero y emplea a miles de personas en toda América, especialmente en América Latina debido al gran potencial que esta región por la variedad de climas presentes en la región y a la diversidad de residuos orgánicos generados por los diferentes cultivos agrícolas.

El presente trabajo propone una solución que consiste en cultivar un alimento altamente nutritivo, aprovechando de manera eficiente los residuos agroindustriales como sustratos para la producción de hongos comestibles Pleuroto ostra. Estos hongos tienen una gran capacidad para desarrollarse en materiales lignocelulósicos, lo que permite utilizar residuos como el bagazo de caña, la cascarilla de café, las tuzas de maíz y el aserrín de pigüé, que son desechos comunes de las cosechas en fincas en el cantón Morona.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta agronómica del hongo *Pleurotus ostreatus*, bajo cuatro sustratos derivados de residuos de cosechas en el cantón Morona.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el sitio adecuado para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, considerando los requerimientos ambientales y de infraestructura necesarios para su crecimiento óptimo.

Evaluar la eficiencia de cada sustrato en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Realizar el análisis económico costo-beneficio de cada tratamiento según los resultados obtenidos

1.5 HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento analizado en estudio responde de manera significativa para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

CAPÍTULO 2

2. REVISIÓN LITERARIA

2.1 HONGOS

Los hongos son considerados macrohongos, tiene esporas y un cuerpo fructífero, existe más de 14000 tipos de hongos en todo el mundo, aproximadamente 3000 especies han sido consideradas como comestibles, 700 son de importancia medicinal, 1400 son tóxicas y entre todos estos más de 200 pertenecen a los hongos ostra (Lesá, y otros, 2022)

2.2 HONGOS COMESTIBLES

Alrededor de 200 especies de hongos son utilizados como alimento, pero comercialmente se cultivan 35 especies. En primer lugar, en el mercado de hongos a nivel mundial tenemos el Shiitake seguido del género Pleurotus. (Obando, Vásquez, Benavides, & Jojoa, 2022)

Tienen un excelente sabor por eso en la actualidad cultivar hongos genera una gran movilidad de dólares, en América Latina se da un incremento de producción gracias a su versatilidad que permite que el cultivo de hongos se lleve a cabo en diversas regiones y se aproveche los diferentes residuos orgánicos de las cosechas realizadas en cada zona (López, Hernández, Suárez, & Borrero, 2008).

2.3 HONGO *PLEUROTUS OSTREATUS*

2.2.1 2.3.1 Morfología

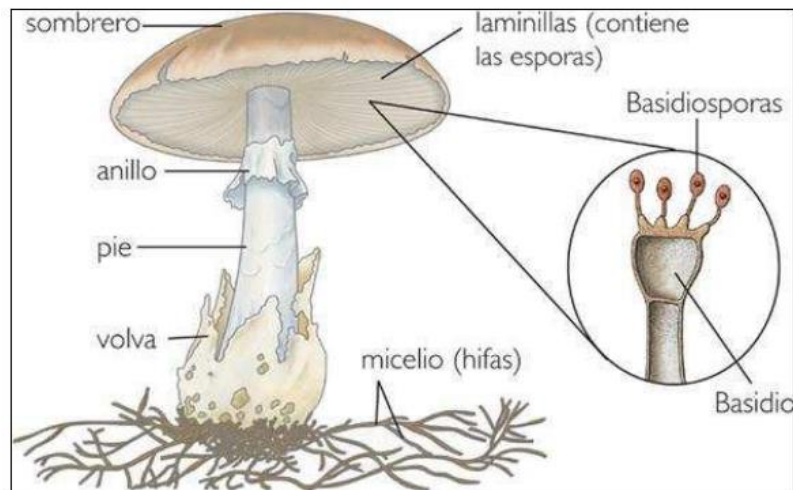


Fig. 1 Morfología de una seta

Fuente: (Aguinaga, 2012)

El hongo *Pleurotus ostreatus* tiene su cuerpo fructífero en forma de sombrero por esto y por su color es llamado comúnmente como hongo ostra, su carpóforo es redondeado y de piel lisa, cuando es joven es abombada y convexa mientras que en su etapa de madurez se vuelve plana. El diámetro va desde 5 a 15 cm según su edad, su tonalidad es gris o blanco, la carne en su etapa de cosecha es blanca con un ligero olor a anís. Este hongo no posee anillo ni volva. (Aguinaga, 2012)

2.2.2 2.3.2 Clasificación taxonómica

Cuadro 1: Taxonomía del hongo Ostra

| | |
|-------------|----------------------|
| Reino | Fungi |
| División | Basidiomycota |
| Subdivisión | Basidiomycotina |
| Clase | Holobasidiomycetidae |
| Orden | Agaricales |
| Familia | Tricholomataceae |
| Género | Pleurotus |
| Especie | ostreatus |

Fuente: (Crespo, 2021)

2.3.3 Ciclo de vida

Cuando las basidiosporas de los hongos comestibles entran en contacto con un sustrato que proporciona condiciones óptimas de temperatura, pH y humedad, inician un proceso de germinación que lleva al crecimiento del micelio y, posteriormente, a la fructificación. Para que esto ocurra, es necesario que dos micelios homocarióticos sean compatibles y se fusionen, permitiendo la formación de compartimentos hifales de citoplasma continuo tras la disolución de la pared en el punto de contacto (Sánchez & Royse, 2001). Este proceso biológico es fundamental para el desarrollo y reproducción de los hongos comestibles. Al germinar y formar micelios, estos hongos inician un ciclo de vida que les permite crecer y propagarse. A través de la fructificación, producen cuerpos fructíferos que contienen las setas comestibles, las cuales tienen un alto valor nutricional y un sabor apreciado en la gastronomía.

Comprender los procesos de germinación, crecimiento micelial y fructificación es esencial para el cultivo exitoso de hongos comestibles. El conocimiento de estos aspectos biológicos permite optimizar las condiciones de cultivo y asegurar una producción abundante y de alta calidad, lo que resulta beneficioso tanto desde el punto de vista alimentario como económico. Por ello (Ochoa, 2019) manifiesta que el ciclo de vida del hongo *Pleurotus ostreatus* inicia con la germinación de sus esporas., las cuales germinan para dar lugar a hebras que se ramifican y alargan formando micelios, una red de hifas.

Este hongo crece naturalmente en la corteza de árboles, trozos de madera y arbustos, así como en otras plántulas leñosas en la naturaleza. Sin embargo, al ser cultivado de forma controlada, se emplean residuos de cosechas agrícolas, como la paja y el bagazo, como sustratos porque los hongos pueden aprovechar la lignina, celulosa y hemicelulosa que se encuentran en esos materiales para su crecimiento y desarrollo (Crespo, 2021).

2.3.4 Valor nutritivo

Los cuerpos fructíferos de las setas *Pleurotus* son altamente valorados por su textura y aroma, así como por su riqueza en minerales y propiedades medicinales. Su corto ciclo de producción y capacidad de reproducción los convierten en una opción atractiva para su cultivo (García, Bermúdez, & Serrano, 2011) tenemos entonces que el consumo de hongos ostra es una excelente manera de obtener una amplia variedad de nutrientes y proteínas fácilmente asimilables, lo que contribuye a mantener una buena salud y bienestar general del cuerpo humano. Estos hongos son una opción nutricionalmente rica y versátil que puede ser incluida de forma beneficiosa en la dieta diaria.

De la misma manera según investigaciones realizadas por (Ochoa, 2019), los hongos ostra, en particular, son una fuente excepcional de minerales, aminoácidos y vitaminas esenciales para el cuerpo humano. Contienen nutrientes como selenio, potasio, fósforo y diversos aminoácidos: metionina, valina, leucina, treonina, lisina, isoleucina, fenilalanina y triptófano. Además, presentan ácido ascórbico, tocoferol, tiamina y cobalamina, que son valiosas vitaminas.

Adicionalmente, los hongos ostra contienen compuestos como las estatinas, los cuales se ha demostrado que tienen propiedades anticancerígenas y ayudan a reducir los niveles de colesterol y las proteínas presentes en los hongos ostra tienen una alta digestibilidad, entre un 76,7% y 80%, lo cual es significativamente mayor que la digestibilidad de proteínas en leguminosas como arvejas, lentejas y vainas, que es del 73%.

En el cuadro 2 se indica el contenido nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Cuadro 2: Porcentaje del contenido nutricional en el hongo *P. ostreatus*

| Sustancia | Porcentaje |
|------------------|-------------------|
| Agua | 92,20% |
| Materia seca | 7,8% |
| Cenizas | 9,5% |
| Grasas | 1,9% |
| Proteínas brutas | 39,0% |
| Fibra | 7,5% |
| Fibra cruda | 1,4% |
| Nitrógeno total | 2,4% |
| Calcio | 33mg/100g |
| Fosforo | 1,348mg/100g |
| Potasio | 37,93mg/100g |
| Hierro | 15,20mg/100g |
| Ácido ascórbico | 90-144mg/100g |
| Tiamina | 11,16-4,80mg/100g |
| Niacina | 46-1108,7mg/100g |
| Ácido fólico | 65mg/100g |

Fuente: (Romero, Rodríguez, & Pérez, 2000)

El consumo diario de hongos ostra contribuye a la necesidad de proteínas diarias que el cuerpo humano necesita según literatura se necesita de 1.2 a 2 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal. Según (Martínez & Villezca, 2005) el consumo de proteína en el hombre debe ser de 80gr y de la mujer de 60 gr y recomiendan que el 50 % de proteína en debe ser de origen animal y el otro 50% vegetal.

Basándonos en estos estudios como ejemplo tenemos que en una persona de 60 kg de peso corporal activa físicamente debe consumir 96 gr de proteína diaria, siendo 48 gramos

de estos de origen vegetal, por su parte los hongos ostra en estado fresco contienen el 13% de proteína siendo recomendable aproximadamente 300 gr en su dieta diaria. Por otro lado, si el hongo esta deshidratado el porcentaje de proteína es del 39% siendo recomendable 80 a 100 gramos en una dieta diaria.

En el caso de personas sedentarias el consumo de proteína es de 0.8 gr por kg de peso corporal.

2.3.5 Usos

Las personas que sufren de hipertensión y enfermedades cardiovasculares suelen consumir hongos ostra debido a sus propiedades antioxidantes e inmunomoduladoras. Además, se ha comprobado que estos hongos también son eficaces para disminuir los niveles de colesterol en el torrente sanguíneo y prevenir el crecimiento de tumores. En algunos países, los hongos ostra también se utilizan como afrodisíacos. (Kalac, 2019) indica que las costumbres ancestrales y la amplia investigación llevada a cabo en las naciones del este de Asia han confirmado las cualidades preventivas y terapéuticas de numerosas especies de hongos.

También ayudan a la descomposición de los residuos agrícolas y agroindustriales obteniendo abonos y alimento para animales; (Ochoa, 2019) por otro lado, en la actualidad los hongos son altamente valorados en la gastronomía gourmet debido a su excelente sabor, lo que los convierte en un ingrediente muy apetecido. La exquisitez y singularidad del sabor de los hongos han llevado a su uso en una gran variedad de platillos gourmet, siendo considerados un verdadero manjar. Además, su sabor único les permite ser utilizados en la elaboración de platos muy sofisticados y refinados (López, Hernández, Suárez, & Borrero, 2008)

2.3.6 Plagas y enfermedades principales

La mayoría de las enfermedades bióticas que afectan a *Pleurotus* sp. no tienen una relevancia económica significativa. Sin embargo, es importante mencionar lo que indica

(Sevillano, 2022) sobre las enfermedades como el "Moho verde", que es causada por patógenos como *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus* y *Gliocadium*. También se ha observado la presencia del hongo "Telaraña", ocasionado por *Dactylium dandroides*, que cubre el sustrato con un moho blanquecino harinoso, provocando que las setas contaminadas se vuelvan blandas, adquieran un tono amarillento y finalmente se descompongan. Otra enfermedad conocida es la "mancha parda", ocasionada por *Pseudomonas tolaasii*, una bacteria que provoca manchas amarillentas en la superficie de los carpóforos que se descomponen rápidamente y generan un desagradable olor (Sevillano, 2022)

Entre las plagas también encontramos insectos estos se pueden apreciar con mayor facilidad cuando el cultivo está en etapa de fructificación, entre estos tenemos los que menciona (Aguinaga, 2012): las larvas de los Sciáridos, específicamente *Lycoriella mali*, se alimentan del micelio del hongo y sus primordios. Los adultos de los Scaptósidos, conocidos como *Coboldia fuscipes*, actúan como transmisores de ácaros y otras enfermedades, mientras que sus larvas se alimentan del micelio hasta dañar el sustrato. Por otro lado, las larvas de los Cécidos absorben nutrientes de las hifas del hongo, atacando también sus estípites y carpóforos; adicionalmente, transmiten bacterias que causan enfermedades. Las larvas de los Fóridos, específicamente *Megaselia tamiladvensis*, se alimentan del micelio y provocan orificios en los carpóforos del hongo, al igual que los Micetófilos (*Mycetophyla* sp.), aunque estos últimos hacen que los carpóforos se vuelvan marrones y detengan su crecimiento.

Aparte de las moscas, también se destacan los ácaros, como *Histiostoma* sp. y *Tarsonemus* sp., que se alimentan del micelio y los carpóforos del hongo, afectando negativamente su calidad y producción. Estos ácaros también pueden transportar otros patógenos y ocasionalmente causar irritación y picazón entre los cultivadores del hongo (Aguinaga, 2012).

En línea con el texto se exige mantener un cultivo con completa asepsia para que no exista contaminación por parte de otros hongos y mantener el cultivo protegido para evitar el

ingreso de insectos, también se pueden implementar trampas en donde los insectos puedan ingresar, pero no salir de ellas.

2.4 CULTIVO DE HONGOS EN EL PAIS.

La producción de hongos comestibles en Ecuador dio inicio con la creación de Kennet S.A. empresa situada en la Quito en 1969. A lo largo de los años, esta empresa ha sido un referente en el mercado, y para el año 2011, ya había vendido aproximadamente 300 toneladas de hongos comestibles. Sin embargo, en la actualidad, se han establecido otras empresas dedicadas al cultivo de hongos en el país (Ochoa, 2019).

Dentro de estas empresas están Cepa Producciones Cía. Ltda., fundada en 2010, es una de las empresas que ha surgido en este campo. Asimismo, Distribuidora de Alimentos del Valle, fundada en 2011, ha incursionado en la producción de hongos comestibles. Por otro lado, Hortifungi, fundada en 2004, se ha especializado en el cultivo exclusivo de hongos ostra y posee una extensión de cultivo de 1800 metros cuadrados. Una característica interesante de Hortifungi es que enfoca su producción de hongos de manera orgánica al igual que Intiwasi empresa dedicada a la venta de hongos comestibles y medicinales.

La expansión y diversificación de empresas dedicadas al cultivo de hongos comestibles en Ecuador refleja el creciente interés en este sector y la demanda de productos naturales y nutritivos. El enfoque en la producción orgánica también responde a la creciente conciencia de la importancia de prácticas agrícolas sostenibles y amigables con el medio ambiente. La presencia de múltiples empresas dedicadas a esta actividad contribuye al desarrollo económico del país y promueve el acceso a alimentos saludables y de alta calidad para los consumidores. Además, el cultivo de hongos comestibles es una alternativa agrícola con bajo impacto ambiental y gran potencial para diversificar la oferta alimentaria y generar oportunidades en el mercado interno y externo.

2.5 CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DEL HONGO

PLEUROTUS OSTREATUS.

2.2.3 2.5.1 Temperatura

El hongo muestra una amplia capacidad de adaptación a diversas temperaturas, con un rango que va desde los 15 °C hasta los 35 °C. Durante la etapa de incubación, se recomienda mantener una temperatura que oscile entre los 20 °C y 28 °C, para favorecer el crecimiento inicial del hongo y durante la etapa de fructificación, es aconsejable reducir la temperatura del ambiente para que los cuerpos fructíferos puedan desarrollarse de manera óptima (Chang, 2007).

Por ello el control preciso de la temperatura en el cultivo de hongos es crucial para obtener una producción exitosa y constante. Las variaciones significativas de temperatura pueden afectar negativamente el crecimiento y desarrollo del hongo, lo que se traduce en un menor rendimiento y calidad de los cuerpos fructíferos. Por lo tanto, mantener un ambiente controlado y dentro del rango de adaptación del hongo es esencial para asegurar una producción estable y rentable. Además, el monitoreo cuidadoso de la temperatura durante las diferentes etapas del cultivo permite obtener un producto de alta calidad, con un crecimiento uniforme y una mayor concentración de nutrientes y compuestos beneficiosos para su consumo.

2.5.2 pH

Es importante mantener el pH dentro del rango adecuado porque es fundamental para proporcionar al hongo un ambiente favorable para su crecimiento y desarrollo. El pH influye en la disponibilidad de nutrientes y en las condiciones químicas del sustrato, lo que a su vez afecta la actividad enzimática y el metabolismo del hongo. Un pH fuera del rango óptimo puede afectar la eficiencia de las enzimas involucradas en la degradación de los sustratos, lo que disminuiría la disponibilidad de nutrientes esenciales para el hongo y afectaría negativamente su crecimiento.

Esto de acuerdo a lo que deducen según investigaciones (Garzón & Cuervo, 2008) en donde nos indica que el pH del sustrato para el cultivo del hongo debe mantenerse en un rango de 5.5 a 6.5 para garantizar una producción adecuada y una correcta incubación. Si el pH se desvía de este rango, se puede experimentar una disminución en la producción del hongo y una incubación ineficiente. Por otro lado, si el pH aumenta por encima de los niveles óptimos, el desarrollo del hongo puede verse afectado.

Además, un pH inadecuado también puede alterar la actividad de la microbiota que se presenta en el sustrato, lo que podría afectar la competencia por los nutrientes y favorecer el crecimiento de microorganismos no deseables que podrían competir con el hongo.

2.5.3 Humedad

El sustrato utilizado para el cultivo de hongos debe tener un contenido de humedad que se encuentre en el rango del 50 al 80%. Durante la etapa de fructificación, la humedad relativa óptima debe mantenerse en niveles de 85 a 90% (Garzón & Cuervo, 2008).

La importancia del contenido de humedad adecuado en el sustrato radica en que es un factor esencial para el desarrollo y crecimiento óptimo de los hongos. Un sustrato con un nivel de humedad insuficiente puede restringir la disponibilidad de agua necesaria para el proceso de crecimiento y fructificación del hongo, lo que resultaría en una producción escasa y de baja calidad.

Por otro lado, un exceso de humedad también puede ser perjudicial, ya que podría propiciar el desarrollo de microorganismos competidores y no deseables, que afectarían negativamente la salud y productividad del hongo.

Es durante la etapa de fructificación cuando la humedad relativa se convierte en un factor crítico, ya que una humedad adecuada en el ambiente permite la formación y desarrollo óptimo de los cuerpos fructíferos, es decir, las setas comestibles. Una humedad relativa entre 85 y 90% es propicia para lograr una buena fructificación, lo que asegura una cosecha abundante y de buena calidad.

2.5.4 Ventilación

Según (Sánchez & Royse, 2001), una alta concentración de dióxido de carbono (CO₂) en el ambiente promueve la germinación de las esporas y el crecimiento del micelio, que es la red de filamentos del hongo. Sin embargo, esta misma alta concentración de CO₂ tiene un efecto inhibitorio sobre el proceso de fructificación.

Si no se cuenta con suficiente aireación durante el recubrimiento y la fructificación los hongos se atrofian en su crecimiento por el dióxido de carbono, al contrario, si existe mucha ventilación se pierde la humedad y el sustrato llega a endurecerse, es importante mantener los niveles de CO₂ bajo los 1000 ppm (Valera, 2019).

Entonces en las dos etapas de su ciclo de cultivo la presencia de CO₂ hay que controlarla por ejemplo en su primera etapa de incubación su presencia favorece el desarrollo temprano del hongo, como la germinación de las esporas y el crecimiento del micelio siendo que el micelio es fundamental para el posterior desarrollo de los cuerpos fructíferos, que son las estructuras que contienen las setas comestibles. Y en la segunda etapa de fructificación es necesaria la ventilación para disminuir el CO₂ porque restringe o incluso detiene la formación de cuerpos fructíferos.

2.5.5 Iluminación

La fase de incubación se da en la oscuridad (Valera, 2019), pero posterior a esto para llegar a tener un rendimiento biológico es necesario tener iluminación no menor a 12 horas diarias. (Garzón & Cuervo, 2008), puesto que el hongo *Pleurotus ostreatus* no puede fructificar en la oscuridad (Sánchez & Royse, 2001). Siendo así es necesario acondicionar los espacios para las diferentes etapas reproductivas del hongo teniendo en cuenta que esto garantizara un buen producto final.

2.6 FASES DE CRECIMIENTO

El crecimiento de un hongo varía dependiendo de si se encuentra en un medio líquido o sólido. En un medio líquido, el hongo se desarrolla en la superficie si el líquido está en

reposo, y puede formar pequeñas esferas según las condiciones, lo que se conoce como la fase de latencia, exponencial, declinación, estacionaria y muerte. Por otro lado, en un medio sólido, las mismas fases se presentan, excepto la fase exponencial, ya que en este caso el crecimiento ocurre gracias a un basidiomiceto, y bajo ciertas condiciones, puede llegar a una etapa de fructificación (Sánchez & Royse, 2001).

El conocimiento de estas fases de crecimiento es esencial para el cultivo y manejo adecuado de los hongos comestibles. Al entender las particularidades de cada etapa, los productores pueden implementar estrategias para optimizar el crecimiento y asegurar una producción exitosa de hongos de alta calidad. Además, el estudio de estas fases permite entender mejor el ciclo de vida de los hongos.

2.2.4 2.6.1 Fase de latencia

Después de que el hongo ha sido inoculado en el sustrato para su crecimiento, se presenta una etapa conocida como fase de latencia. Durante esta fase, el hongo se adapta al ambiente del sustrato y prepara puntos de crecimiento. La duración de esta fase puede variar dependiendo de las condiciones específicas del cultivo, como la temperatura, humedad, pH y la calidad del sustrato (Sánchez & Royse, 2001)

En la fase de latencia o llamada también fase de adaptación, el hongo comienza a colonizar el sustrato, extendiendo su micelio para explorar y nutrirse del material disponible. El micelio es una red de filamentos que se ramifican y se extienden en busca de nutrientes y agua. Durante este proceso, el hongo se adapta a las condiciones específicas del sustrato y prepara puntos de crecimiento, que serán los sitios desde donde se desarrollarán los cuerpos fructíferos, como las setas.

2.2.5 2.6.2 Fase de declinación

La etapa de declinación ocurre cuando los desechos del metabolismo del hongo alcanzan niveles limitantes para su crecimiento o cuando algunos nutrientes esenciales se

agotan en el sustrato, lo que impide que el hongo alcance su máximo rendimiento (Sánchez & Royse, 2001)

Durante las etapas iniciales del crecimiento del hongo, el metabolismo activo produce una serie de desechos que se acumulan en el entorno cercano al micelio. Si estos desechos alcanzan niveles que superan la capacidad de tolerancia del hongo, pueden afectar negativamente su crecimiento y desarrollo, llevando al inicio de la fase de declinación.

En el cultivo de hongos comestibles, la gestión adecuada del sustrato, la temperatura, la humedad y el suministro de nutrientes son fundamentales para prolongar la fase de crecimiento activo y evitar que el hongo entre en declinación prematuramente. Con una gestión cuidadosa, se puede lograr una producción continua y satisfactoria de hongos comestibles con un rendimiento óptimo y de alta calidad.

2.2.6 2.6.3 Fase estacionaria y la muerte

La fase estacionaria es el período en el que el crecimiento del hongo se detiene, pero el metabolismo celular aún se mantiene. Durante esta etapa, comienzan a aparecer ciertos tipos de enzimas que contribuyen a la descomposición y muerte del hongo (Sánchez & Royse, 2001).

Durante las etapas iniciales de crecimiento del hongo, este se encuentra en una fase activa de multiplicación y desarrollo, donde la tasa de crecimiento es alta y las condiciones son favorables para su expansión. Sin embargo, a medida que avanza el tiempo y el hongo alcanza un cierto nivel de población y agotamiento de nutrientes, el crecimiento se detiene y entra en la fase estacionaria.

Aunque el crecimiento se haya detenido, el hongo aún mantiene su metabolismo celular activo y es capaz de realizar ciertas funciones vitales, aunque a una tasa más lenta. Durante esta etapa, se producen enzimas que pueden descomponer el sustrato o los restos celulares del propio hongo. Estas enzimas facilitan el proceso de reciclaje y liberación de nutrientes y materiales que puedan ser utilizados por otros organismos en el entorno.

2.7 ETAPAS DE CULTIVO

2.2.7 2.7.1 Inoculación

La inoculación es una fase de suma importancia en el cultivo de hongos, y por ende, se requiere de una total asepsia para prevenir la contaminación del micelio. Esta etapa puede llevarse a cabo en un ambiente controlado, como una cámara de flujo laminar o una sala estéril especialmente diseñado para garantizar condiciones asépticas (Ochoa, 2019).

La asepsia en la inoculación implica mantener el ambiente libre de microorganismos no deseados que puedan competir con el hongo o causar contaminación. La contaminación puede afectar negativamente el crecimiento y desarrollo del micelio, resultando en una disminución del rendimiento y en la pérdida de la calidad del cultivo.

Además, (Rodríguez & Jaramillo, 2004) indican que la semilla debe ser sacada de la nevera dos días antes y demolerla dentro de una bolsa para reactivarla y ponerla en una mesa desinfectada con alcohol al 70 %, posterior se introduce la semilla al sustrato mezclando uniformemente, el porcentaje de semilla es el 3% es decir 30 gr por kilo. Luego se empaca en bolsas de polietileno negras, se realizan orificios en forma de cruz para permitir el drenaje y el intercambio de gases.

Sin embargo, varios autores realizan la inoculación o siembra en bolsas transparentes para luego ponerlas en un cuarto oscuro, y la cantidad de semilla estimada es el 10% por kilo.

2.7.2 Incubación

La adecuada incubación de los cultivos de hongos comestibles es esencial para obtener un desarrollo óptimo del micelio y garantizar un alto rendimiento de setas de alta calidad. La creación de un ambiente limpio y desinfectado evita la contaminación del sustrato y del micelio por microorganismos no deseados, lo que podría afectar negativamente el crecimiento y la productividad de los hongos (Rodríguez & Jaramillo, 2004).

El uso de soluciones desinfectantes, como el formol comercial, contribuye a eliminar posibles agentes contaminantes y asegura una condición aséptica en el cuarto de incubación.

Del mismo modo, el espolvoreo de carbonato de calcio en los materiales físicos ayuda a reducir la humedad y evitar la proliferación de microorganismos indeseados. Además, el control de humedad debe realizarse mediante riego sin realizarlo directamente en las bolsas incubadas sino a sus alrededores, esta etapa culmina cuando el micelio se ha expandido por toda la bolsa blanqueándola completamente.

2.7.3 Fructificación

En esta fase, que ocurre cuando el micelio ha crecido en condiciones ambientales favorables, como temperatura adecuada, humedad relativa, luz, oxígeno y gravedad adecuados, las hifas se agrupan y forman cuerpos fructíferos conocidos como carpóforos. Estos carpóforos son responsables de producir y diseminar las esporas del hongo (Sánchez & Royse, 2001)

La fase descrita es un momento crucial en el ciclo de vida de los hongos comestibles. Después de una exitosa incubación en condiciones controladas, el micelio se encuentra listo para iniciar la etapa de fructificación que es un paso esencial para la producción de hongos comestibles y es durante esta etapa que se obtienen los productos finales listos para el consumo. Para lograr una fructificación exitosa, es esencial mantener el control adecuado de los factores ambientales mencionados, ya que juegan un papel fundamental en el desarrollo de los carpóforos y en la producción de esporas para la propagación del hongo.

2.7.4 Cosecha

Después de cuatro a seis días, los primordios de los hongos se han desarrollado completamente, cubriendo toda la superficie del sustrato y alcanzando la madurez comercial, lo que indica que están listos para ser cosechados (Sánchez & Royse, 2001).

Para la cosecha, se busca que el píleo del hongo esté casi plano, momento en el cual se puede proceder a recolectarlos manualmente haciendo una torsión para desprenderlos o utilizando un cuchillo para cortar la base del tallo en el punto de unión (Rodríguez & Jaramillo, 2004). Además (Ochoa, 2019) indica que es importante tener en cuenta que la cosecha se

puede realizar en tres ciclos distintos, representando el 50%, 30% y 20% de la producción. Se recomienda no realizar más cosechas después de estos ciclos, ya que aumenta el riesgo de contaminación.

La información proporcionada por los tres autores destaca la importancia de una cosecha oportuna y adecuada en el cultivo de hongos comestibles. La observación cuidadosa del desarrollo de los primordios y la elección del momento adecuado para la cosecha son factores críticos para obtener un producto de alta calidad. La utilización de técnicas de cosecha adecuadas ya sea mediante la torsión manual o el corte con un cuchillo, es esencial para preservar la integridad del hongo y mantener su calidad. Asimismo, realizar múltiples ciclos de cosecha puede afectar negativamente la producción y aumentar el riesgo de contaminación, por lo que es importante seguir las recomendaciones de los expertos en el campo para optimizar el rendimiento y la calidad de los hongos cosechados.

2.7.5 Manejo postcosecha

Para la conservación de los hongos se puede refrigerar en un rango de 1°-4° sin necesidad de lavarlos esto evitará el deterioro de su estructura, por otro lado, aproximadamente a los 10 días, los hongos alcanzan un estado de deshidratación que les permite tener un tiempo de almacenamiento más prolongado. También es posible secarlos al sol o con aire caliente durante 2 o 3 días. El secado es una técnica comúnmente utilizada para conservar los hongos, especialmente cuando el mercado al que se dirigen se encuentra a una distancia considerable o cuando se emplean como ingredientes en otros productos procesados. (Rodríguez & Jaramillo, 2004)

El proceso de secado es una estrategia efectiva para prolongar la vida útil de los hongos comestibles, ya que la deshidratación reduce significativamente el contenido de agua presente en ellos, que por recomendación la humedad máxima que deben contener los hongos es del 12%, esto inhibe el crecimiento de microorganismos y la proliferación de enzimas que pueden provocar su deterioro. Al reducir la humedad, el secado también disminuye la actividad de reacciones químicas y degradación de nutrientes, lo que contribuye

a mantener la calidad nutricional y organoléptica de los hongos durante un período de tiempo más prolongado.

2.8 RESIDUOS AGRICOLAS UTILIZADOS EN EL CULTIVO DEL HONGO

OSTRA

Cada año se genera gran cantidad de residuos de las cosechas agrícolas a nivel mundial lo cual se utiliza de diferente manera según el lugar. Aproximadamente el 80% de los residuos agrícolas son incinerados, lo que significa que se queman y se desechan, sin aprovechar su potencial. Solo alrededor del 15% de estos residuos se utilizan como alimento útil para animales, y apenas un 4,5% se reintegra al suelo para enriquecerlo y mantener su fertilidad dejando un mínimo porcentaje del 0,5% al uso como materia prima en el sector industrial (Ruilova & Hernández, 2014)

Se les llama residuos agrícolas cuando pertenecen a las actividades de la cadena productiva tanto agraria como forestal, satisfacen tanto las necesidades domésticas como las producciones industriales que luego de su consumo directo o industrializado dejan residuos sólidos y líquidos, estos pueden ser aprovechados con el fin de dar valor agregado (Fonseca & Monroy, 2022)

Hasta ahora, las opciones para utilizar estos residuos han estado principalmente centradas en su aprovechamiento para obtener energía. No obstante, dado que estos residuos contienen una cantidad significativa de carbono lignocelulósico, sería valioso investigar las oportunidades de emplearlos como material base en el cultivo y producción de hongos comestibles (Varnero & Quiroz, 2010). Teniendo en cuenta lo que nos sugiere (Ochoa, 2019). Donde menciona que los residuos de cosechas que dan buen resultado como sustrato deben contener celulosa, hemicelulosa y lignina en un porcentaje de 60%, 20 y 15% para obtener un buen rendimiento en el cultivo.

Si tan solo utilizáramos el 25% del volumen de pajas de cereal que se queman en todo el mundo, podríamos producir aproximadamente 317 millones de toneladas métricas (317 mil

millones de kg) de hongos frescos anualmente. Esta cantidad proporciona una idea del potencial de aprovechamiento de estos residuos. (Nieto & Chegwin A., 2010)

Esta situación revela un desperdicio significativo de recursos valiosos que podrían ser aprovechados de manera más sostenible. Los residuos agrícolas contienen nutrientes y materia orgánica que podrían ser reciclados y utilizados de manera beneficiosa para la producción agrícola y la protección del medio ambiente. En lugar de quemar o desechar estos residuos, es fundamental promover prácticas agrícolas más conscientes que fomenten su reutilización y reciclaje, como compostaje y utilización como abono orgánico, para cerrar el ciclo de nutrientes y reducir el impacto ambiental negativo. Al adoptar enfoques más responsables en la gestión de los residuos agrícolas, podemos contribuir a una agricultura más sostenible y eficiente, aprovechando al máximo los recursos disponibles y reduciendo el desperdicio innecesario.

2.8.1 Tuzas de maíz

La tuza de maíz es una valiosa fuente de recursos no maderables que contiene una alta cantidad de xilanas, lo que la hace de gran interés como biomasa. El olote, por otro lado, es un subproducto agrícola que se genera en cantidades significativas al separar el grano de la mazorca. Se estima que se producen alrededor de 170 kilogramos de tuza de maíz por cada tonelada de maíz. (Córdoba, y otros, 2013).

(Gaitán & Silva, 2016) señalan que el rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) es un sustrato altamente potencial para el cultivo de hongos, además de ser una opción económica. Además, de acuerdo con (Abril, 2022), la tuza de maíz contiene aproximadamente un 43% de celulosa, un 25% de hemicelulosa, un 29% de lignina y un 3% restante de extractivos y otros componentes.

En conjunto, estos estudios resaltan la importancia y el potencial de la tuza de maíz y el rastrojo de maíz como sustratos para el cultivo de hongos, debido a su abundancia, bajo costo y su composición rica en componentes beneficiosos como la celulosa y la hemicelulosa.

Al aprovechar estos recursos agrícolas en el cultivo de hongos, se promueve la utilización sostenible de materiales renovables y se abre la posibilidad de obtener productos de alto valor nutricional y comercial a partir de residuos agrícolas. Esta práctica contribuye al desarrollo de una agricultura más eficiente y sostenible, al mismo tiempo que reduce la cantidad de desechos y maximiza el uso de los recursos disponibles en el entorno agrícola.

2.8.2 Aserrín de madera Pigue *Piptocoma discolor*

Piptocoma discolor es un tipo de árbol que pertenece a la familia Asterácea y es conocido por ser una especie pionera, lo que significa que su crecimiento se da de forma natural en áreas abiertas del bosque. Este árbol tiene un rápido crecimiento y una madera blanda, pudiendo alcanzar una altura máxima de 30 metros con un diámetro de tronco cilíndrico de aproximadamente 60 cm. Suele ramificarse por encima del tercio inferior y se desarrolla en suelos limosos y arcillosos, principalmente en bosques secundarios tempranos y tardíos en la región amazónica. (González, Papue, Gonzalez, Borja, & Oliva, 2018)

La particularidad de esta especie radica en su potencial para ser utilizada como fuente de ingresos para personas con recursos limitados, ya que su madera no convencional puede ser aprovechada para mejorar su calidad de vida. Además, como biomasa forestal, puede ser transformada en energía u otros subproductos con valor agregado, contribuyendo así a la sostenibilidad, gracias a su rápida germinación y producción natural.

Esta madera es principalmente para fabricar cajas para el transporte local de frutas como es la naranjilla. Los residuos después de realizar las cajas como el aserrín y la viruta se venden en diferentes empresas de Quito para darle valor agregado (Erazo, Izurieta, Cronkleton, Anne, & Putzel, 2014).

En la ciudad, Tena se realiza el cultivo de hongos comestibles utilizando como sustrato el aserrín del Pigue la empresa dedicada a este cultivo es Yirsus Hongos Ostra – Los Guacamayos.

2.8.3 Bagazo de caña

En Ecuador, la industria azucarera produce una gran cantidad de subproductos, siendo el bagazo uno de los principales. Aunque el bagazo se utiliza generalmente en cogeneración, otros subproductos como la ceniza, vinaza y cachaza pueden ser aplicados al cultivo de caña como compost o de forma fresca. Lamentablemente, en muchos lugares del país, estos residuos no se aprovechan y se eliminan mediante la quema de caña, lo que resulta en la contaminación del suelo, aire y agua, además de eliminar una parte valiosa de la biomasa producida por la planta (Robles, 2022).

La estructura física del bagazo presenta una pared celular que es característica de las células vegetales, dividida en primaria y secundaria. Su composición incluye celulosa en un rango del 38% al 44%, hemicelulosa del 25% al 38%, y lignina del 20% al 23%. En términos de contenido en seco, el bagazo contiene un 15% de fibra, un 2-3% de sólidos no solubles, un 2-3% de sólidos solubles y un 51% de agua (Fonseca & Monroy, 2022).

El uso del residuo de caña de azúcar, el bagazo, como sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* ha adquirido relevancia debido a su alta efectividad biológica del 16,77% y su favorable índice de rendimiento de 0,90. El bagazo es rico en celulosa y lignina, proporcionando los nutrientes necesarios para el desarrollo y producción del hongo. Asimismo, este sustrato contribuye a reducir el tiempo entre el período de incubación y la cosecha del hongo (Abril, 2022).

En resumen, el bagazo de caña de azúcar presenta una composición rica en componentes esenciales como celulosa y lignina, lo que lo convierte en una opción efectiva y beneficiosa como base para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Su aprovechamiento como sustrato favorece el desarrollo exitoso y eficiente del hongo comestible, lo que lo convierte en una alternativa prometedora para la producción agrícola y la gestión sostenible de los residuos agroindustriales.

2.8.4 Cascarilla de café

El cultivo del café es ampliamente extendido en los países tropicales y representa uno de los productos más importantes en los mercados internacionales. La pulpa del café, que constituye aproximadamente el 40% del fruto y se separa durante el proceso de despulpado, es rica en azúcares y posee un gran potencial para ser utilizada como materia prima en diversas tecnologías, lo que genera beneficios significativos en términos económicos, sociales y ambientales (García, Bermúdez, & Serrano, 2011).

2.9 COMPOSICION DE LOS RESIDUOS DE COSECHAS AGRÍCOLAS

2.9.1 Celulosa

La celulosa es el polímero natural más abundante en las fibras vegetales y se utiliza ampliamente en todo el mundo como un químico orgánico. Es producida naturalmente a través del proceso de fotosíntesis. Actualmente, la obtención de celulosa a partir de biomasa residual ha ganado impulso, incluyendo fuentes como la cascarilla de arroz, la cáscara de café, los residuos de caña, maíz, banano y piña. Este material ha despertado un gran interés debido a su biodegradabilidad y su capacidad para ser químicamente modificado gracias a los grupos OH presentes en su molécula (Fonseca & Monroy, 2022).

En las plantas, la celulosa desempeña un papel vital al proporcionar estructura y soporte. También forma cristales densamente empaquetados que la hacen impermeable al agua y resistente a la hidrólisis (Ochoa, 2019). Estas propiedades hacen que la celulosa sea un material altamente útil y versátil en diversas aplicaciones industriales y tecnológicas, y su uso sostenible promueve una mayor eficiencia en el aprovechamiento de recursos naturales.

2.9.2 Hemicelulosa

Se trata de una molécula ramificada que comprende varios polisacáridos que exhiben propiedades de solubilidad en solventes, reactividad ante ácidos y capacidad para descomponer azúcares. Su solubilidad es mayor que la de la celulosa debido a su menor

peso molecular. La función principal de esta molécula es actuar como un enlace que conecta la celulosa con la lignina (Fonseca & Monroy, 2022)

Este compuesto de polisacáridos con ramificaciones juega un papel esencial en la estructura y la función de las plantas, proporcionando cohesión y resistencia en su estructura celular. Al unir la celulosa con la lignina, contribuye a la formación de la pared celular, otorgándole fuerza y rigidez a las células vegetales. Además, su solubilidad y reactividad química le confieren una relevancia significativa en diversas aplicaciones industriales y biotecnológicas.

2.9.3 Lignina

Se trata del polímero natural más complejo en términos de su estructura y diversidad. Su función principal es proporcionar soporte y estructura a la planta, cubriendo y protegiendo a la celulosa y la hemicelulosa. Esta función es esencial para crear una barrera que impida el ataque de microorganismos. La propiedad más destacada de este polímero es su rigidez, que confiere fuerza al tejido de la planta y previene el colapso de los elementos conductores de agua (Fonseca & Monroy, 2022).

En el contexto de la biología vegetal, este polímero es esencial para la integridad y resistencia de las células y tejidos vegetales. La formación de esta barrera protectora, junto con su rigidez, desempeña un papel clave en la respuesta de la planta ante factores ambientales adversos y en su capacidad para mantener su estructura y función de manera efectiva. Además, su complejidad estructural y diversidad le brindan diversas aplicaciones en la industria y la investigación científica.

2.10 VIABILIDAD DE UN PROYECTO

En términos de la viabilidad económica de un proyecto, se cuenta con un modelo financiero que calcula los ingresos y gastos del proyecto a lo largo de su vida, después se realiza un exhaustivo análisis económico y financiero, para determinar si la inversión realizada es menor que el retorno esperado a medida que el tiempo avanza y si se mejora el costo de

la inversión mediante los beneficios generados. Esto se refleja en un análisis que muestra que el proyecto es viable y factible. (Abril, 2022)

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1 ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación

El proyecto de investigación fue realizado en la parroquia Macas del cantón Morona, provincia Morona Santiago, en la zona urbana en una propiedad ubicada en las calles Av. 13 de Abril y Epifanio Rivadeneira, Barrio La Florida. Coordenadas X= -2,2863232, Y= -78,1197526 localizado con el sistema UTM. El área a utilizarse para este estudio es de 144m².



Fig. 2 Zona de estudio, Barrio La Florida

Fuente: Google Earth, 2023.

3.1.2 Situación meteorológica de la parroquia Macas

Según el INAMHI el clima de la parroquia Macas es lluvioso tropical, su temperatura varía de 16° a 26° grados centígrados, la humedad relativa va desde la menor 73% a 86%, en cuanto a la precipitación el mes donde existe mayor precipitación que es abril con 122 milímetros de lluvia y el más bajo agosto con 63 milímetros de lluvia.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materiales biológicos

- Bagazo de caña; *Saccharum officinarum*.
- Cascarilla de café; *Coffea*.
- Aserrín de pigüé; *Pictocoma discolor*.
- Tuzas de maíz; *Zea mays*.
- Semilla del hongo *Pleuretus ostreatus*.
- Agua, Cal, Cloro, Alcohol.

3.2.2 Materiales físicos

- Cocina industrial.
- Olla industrial.
- Balanza.
- Guantes.
- Plástico negro.
- Plástico de invernadero.
- Fundas de polietileno transparentes.
- Estantes de madera.
- Tiras de madera.
- Ligas.
- Regla.
- Termómetro ambiental.
- Sarán.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.3.1 Análisis estadístico

Se propuso un diseño de bloques DBCA completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, lo que resultó en un total de veinte unidades experimentales.

Para el análisis estadístico se utilizó ADEVA, además, se realizó pruebas de significancia de tukey al 5% y se establecieron comparaciones ortogonales en los tratamientos para determinar el tratamiento con mayor respuesta en la producción del hongo. Para los cálculos se utilizó el programa SPSS

Se realizó un sorteo para determinar al azar en que bloque y fila irán los tratamientos, teniendo como resultado el cuadro 3.

Cuadro 3 Diseño de Bloques Completamente al Azar en los dos estantes

| ESTANTE 1 | | Bloque 1 | Bloque 2 |
|-----------|----|----------|----------|
| Fila 1 | T1 | | T3 |
| Fila 2 | T2 | | T2 |
| Fila 3 | T4 | | T3 |
| Fila 4 | T4 | | T1 |

| ESTANTE 2 | | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 |
|-----------|----|----------|----------|----------|
| Fila 1 | T4 | | T1 | T3 |
| Fila 2 | T2 | | T4 | T4 |
| Fila 3 | T3 | | T1 | T2 |
| Fila 4 | T1 | | T3 | T2 |

3.3.2 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos utilizados para este estudio consistieron en la semilla del hongo *Pleurotus ostreatus* inoculado en trigo más el sustrato elaborado con los residuos agrícolas

seleccionados para esta investigación. En el siguiente cuadro podemos observar cada tratamiento.

Cuadro 4 Composición de los tratamientos

| Tratamiento | Sustrato | Hongo |
|-------------|--------------------|---------------------|
| T1 | Bagazo de caña | Pleurotus ostreatus |
| T2 | Tuzas de maíz | Pleurotus ostreatus |
| T3 | Viruta de Pigue | Pleurotus ostreatus |
| T4 | Cascarilla de café | Pleurotus ostreatus |

3.3.3 Variables medidas

3.3.3.1 Variables independientes

- Bagazo de caña
- Tuza de maíz.
- Viruta de Pigue
- Cascarilla de café

3.3.3.2 Variables dependientes

- Tiempo de brote de primordios (días): Los días de brotación de primordios se miden a través de un control diario que permite determinar el tiempo en días que cada uno de los tratamientos necesita para desarrollarse.
- Diámetro del hongo ostra (cm): Se mide el diámetro de todos los hongos existentes en la unidad experimental obteniendo el promedio por hongo en cada sustrato. Para la cuantificación se utiliza una regla graduada en centímetros. La variable es medida al momento de la cosecha.
- Cantidad de cuerpos fructíferos: Se cuentan los cuerpos fructíferos producidos en cada tratamiento al momento de la cosecha.

- Peso de los hongos por cada sustrato: una vez realizada la cosecha se pesa la cantidad de hongos cultivada en cada tratamiento.
- Con el resultado del peso se llega a calcular la eficiencia biológica y el rendimiento.
- Eficiencia biológica (%): es una medida comúnmente manejada para indicar la cantidad energética bioconvertida a través de la biodegradación del sustrato. Se puntualiza como la proporción entre el peso fresco producidos y el peso seco después de la cosecha, expresado como un porcentaje. Una eficiencia del 100% significa que, a partir de un sustrato con un 75% de contenido de agua, se recolectará el 25% de su peso en hongos recién cosechados, que contienen aproximadamente un 90% de agua. La calidad productiva del sustrato se considera aceptable cuando se logra una eficiencia biológica del 100%. Es importante destacar que la eficiencia biológica depende en gran parte de las propiedades físicas y químicas de la base utilizada como sustrato. (Donado, 2014)

$$EB = \frac{\text{Peso fresco de los hongos}}{\text{peso seco del sustrato}} \times 100$$

- Rendimiento (Kg): La variable rendimiento por sustrato empleado, se calcula con una división del peso de hongos recién cosechados sobre el peso de sustrato después de la cosecha es decir seco, todo esto multiplicado x100, a los 40 días después de la siembra.

$$EB = \frac{\text{Peso fresco de los hongos}}{\text{peso húmedo del sustrato}} \times 100$$

3.4 DESARROLLO METÓDOLÓGICO

Para maximizar el rendimiento del cultivo de hongos comestibles, es fundamental garantizar que se cumplan diversas condiciones ambientales en cada paso del proceso. Para lograr este propósito, se llevó a cabo la preparación y adecuación del área de estudio.

3.4.1 Adecuación de la zona de estudio

Se instaló en el área de estudio dos cuartos para las etapas del cultivo, se realizó la estructura de los cuartos con tiras de madera con medidas de 2m x 3m con una altura de 2m, se colocó plástico negro en la primera infraestructura y plástico de invernadero en la segunda, cada cuarto cuenta con una puerta del mismo material que las paredes.



Fig. 3 Cuarto oscuro para la primera etapa



Fig. 4 Cuarto claro para la segunda etapa

Se construyeron dos estantes de madera de 4 pisos cada una, con una altura de 1,5m y 2m de ancho. Los dos cuartos fueron desinfectados esparciendo cal agrícola por el piso y en las paredes rociando con una mezcla de cal con agua en un porcentaje de 10 gr por litro de agua, además en la puerta del cuarto claro colocamos un toldo para impedir la entrada de insectos.

3.4.2 Recolección de residuos agrícolas

Los residuos agrícolas seleccionados fueron recolectados en diferentes localidades del cantón Morona. Las tuzas de maíz fueron recolectadas en una finca ubicada en el sector Angel Rouby en la parroquia Sevilla Don Bosco, el bagazo de caña fue adquirido en una feria agrícola realizada en la ciudad de Macas, la cascarilla de café en la parroquia Rio Blanco en la microempresa Vam Café, y el aserrín de Pigue en una aserradora en la Parroquia Sinaí.



Fig. 5 Aserrío de Pigue

3.4.3 Preparación del sustrato

Se realizaron los sustratos a base de los residuos agrícolas ya mencionados, las tuzas de maíz fueron trozadas con dimensión de 4 a 8 cm, el bagazo de caña se introdujo en la picadora, la cascarilla de café y el aserrín de Pigue fueron utilizados en el estado de recolección. Todos los sustratos fueron ubicados en un cuarto desinfectado para evitar propagación de hongos o insectos.

3.4.4 Esterilización del sustrato

Para la esterilización se utilizó el método de pasteurización, esto se realizó poniendo a fuego regular en una cocina industrial cada uno de los sustratos colocado en una olla industrial de 200 litros con agua al ras, hasta que superó los 72°C que es la temperatura de pasteurización. Esta temperatura la alcanzó en 2 horas aprox. a fuego regular. Se dejó por 10 minutos después de apagar el fuego para que la esterilización tenga mayor efectividad.



Fig. 6 Esterilización de los sustratos

3.4.5 Enfriamiento de los sustratos

Para enfriar los sustratos se utilizaron dos mesas de 3 m de largo y 0.80 m de ancho cada una, se espolvoreó cal agrícola, (carbonato de calcio) para evitar contaminación y se procedió a colocar cada sustrato en orden. Aquí se dejó escurrir el agua hasta llegar al porcentaje de humedad adecuado que es el 80% realizando la prueba del puño para esto apretamos el material con la mano si la mano queda únicamente húmeda está listo para sembrar al contrario si existen gotas cayendo del sustrato al ser apretado significa que existe un exceso de humedad.



Fig. 7 Enfriamiento de las tuzas fragmentadas

3.4.6 Siembra

Iniciamos la siembra desinfectando la balanza, las ligas y las fundas, primero pesamos 2 kg de sustrato y 0,2 kg de semilla, depositando el 25% de sustrato y el 25% de semilla realizando pisos para que el micelio sea esparcido en el interior de la bolsa, así sucesivamente luego la atamos con una liga. Finalmente etiquetamos cada una de las fundas para indicar el tratamiento de cada una.

La semilla fue comprada en Intiwasi una tienda dedicada a vender hongos listos para consumir y semilla de estos, se sitúa en Quito, lista para ser sembrada en cada sustrato, la semilla vino inoculada en grano de trigo.



Fig. 8 Micelio de *Pleurotus ostreatus* inoculado en trigo



Fig. 9 Determinación del peso de sustrato y de la semilla

3.4.7 Etapa de incubación

Las 60 unidades experimentales se introdujeron en el cuarto completamente oscuro. Los tratamientos fueron colocados en los estantes de 4 pisos según el DBCA como podemos observar en la figura 10 y 11. Posterior se comprobó la temperatura ambiente con un termómetro, en los 26 días que estuvieron en esta etapa hubo variación de 22 a 26 grados centígrados., en esta etapa duraron 26 días, según literatura revisada se logra la colonización a los 21 días, pero dejamos 5 días más para que la aumentara la colonización en los tratamientos que se veía menor porcentaje.



Fig. 10 Estante 1 de cuatro repisas y tres columnas



Fig. 11 Estante 2 de cuatro repisas y dos columnas

3.4.8 Fructificación

Durante la segunda fase, es necesario mantener un ambiente con aire completamente saturado de humedad y alternar períodos de luz y oscuridad, cada uno con una duración de 12 horas y 7 horas respectivamente (Soto, Saucedo, Pablos, & Gutiérrez, 1999)

A los 25 días desde la siembra se trasladaron los estantes al cuarto claro, en este ambiente es necesario bajar la temperatura por ello se mantuvo abierta la puerta para que exista ventilación consiguiendo una temperatura en un rango de 18 – 24 grados centígrados.

Se realizó el riego dos veces por día utilizando un aspersor, mantuvimos la humedad regando agua en las paredes y piso, se logró observar los primordios entre los 26 a 38 días, como lo podemos observar en la figura 12, se realizaron cortes alrededor de estos para que tengan espacio para la fructificación apreciado en la figura 13, esto se realizó con un cuchillo estéril pasado por alcohol al 70% con mucho cuidado para no dañar los cuerpos fructíferos.



Fig. 12 Brote de primordios



Fig. 13 Etapa de fructificación

3.4.9 Cosecha

Después de 10 días de pasar del cuarto oscuro al cuarto claro se realizó la primera cosecha, este cultivo rinde 3 cosechas, pero para la investigación solo tomaremos datos de la primera. Se estableció realizar la cosecha en este tiempo porque los carpóforos en un tratamiento ya estaban completamente expandidos, como se ve en la figura 14 y según (Ardón, 2007) cuando el hongo se expande por completo empieza a soltar esporas y esto atrae a insectos.

La cosecha se hizo de forma manual cortando con un cuchillo desinfectado con alcohol al 70%. se los recolecto en una bandeja plástica desinfectada. Figura 15



Fig. 14 Hongo Pleurotus ostreatus en fase de cosecha



Fig. 15 Cosecha del Hongo *Pleurotus ostreatus*

3.4.10 Recolección de datos

Diámetro del hongo ostra (cm): Se midió el diámetro de todos los hongos existentes en la unidad experimental obteniendo el promedio por hongo en cada tratamiento. Para la cuantificación se utilizó una regla graduada en centímetros.



Fig. 16 Diámetro del hongo

Cantidad de cuerpos fructíferos: Se contaron los cuerpos fructíferos producidos en cada unidad experimental para así obtener el promedio de cada tratamiento



Fig. 17 Número de cuerpos fructíferos

Peso de los hongos por cada sustrato: se pesó la cantidad de hongos cultivada en cada tratamiento esto se realizó con una balanza digital Modelo: ACS-15-JE31



Fig. 18 Determinación del peso de los hongos cosechados

Con el resultado del peso pudimos calcular la eficiencia biológica y el rendimiento con las siguientes fórmulas.

Eficiencia biológica (%):

$$EB = \frac{\text{Peso fresco de los hongos}}{\text{peso seco del sustrato}} \times 100\%$$

Rendimiento (Kg):

$$EB = \frac{\text{Peso fresco de los hongos}}{\text{peso húmedo del sustrato}} \times 100\%$$

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos T1, T2, T4 cumplieron con cada fase del cultivo dando resultados para posteriormente ser analizados, mientras que el T3 a los 45 días después de la siembra llegó solo a la primera fase de colonización donde de las 15 unidades experimentales para este tratamiento el 30% logró una colonización media. Por ello el análisis estadístico se realizará con los tres tratamientos que obtuvieron valores.

Como resultado de esta investigación tenemos los valores de cada una de las variables medidas, la primera variable, día de aparición de primordios se realizó mediante visitas diarias al cultivo después de pasar al cuarto de fructificación, mientras que las otras tres variables: diámetro de carpóforo, número de cuerpos fructíferos, peso de cosecha; fueron medidas al momento de la cosecha que se realizó a los 45 días desde la siembra.

4.1 APARICIÓN DE PRIMORDIOS EN EL CULTIVO.

La aparición de los primeros brotes fue determinada mediante inspecciones diarias en la zona de cultivo, con el objetivo de identificar el día exacto en que comenzó a verse el brote de crecimiento.

Cada tratamiento tuvo 5 repeticiones cada una consistía en 3 fundas de 2kg por lo que hemos realizado un promedio de las 3 fundas para determinar el valor por unidad experimental, el tiempo en días desde el primer brote de primordios en cada tratamiento tuvo variación desde los 26 – 36 días. En el cuadro 5 se indican los resultados.

Cuadro 5 Tiempo de brote de primordios los tratamientos

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|----|----|----|----|------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | |
| T1 | 27 | 27 | 26 | 26 | 27 | 133 | 26.6 |
| T2 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 131 | 26.2 |
| T4 | 38 | 37 | 37 | 37 | 38 | 187 | 37.4 |

En el cuadro 6 se presenta el análisis estadístico de la aparición de primordios calculada en días.

Cuadro 6 Resumen estadístico del tiempo de brote de primordios

| Tratamientos | Media | Mediana | SD | CV% | Error estándar |
|--------------|-------|---------|-------|------|----------------|
| T1 | 26,60 | 27,00 | 0,548 | 2,03 | 0,24 |
| T2 | 26,20 | 26,00 | 0,44 | 1,65 | 0,20 |
| T4 | 37,40 | 37,00 | 0,54 | 1,44 | 0,24 |

No hubo mayor diferencia estadísticamente significativa en los datos arrojados de la variable tiempo de brotación de primordios en los tratamientos T1, T2, T4 ($F=0.14$, $p<0.05$), según el análisis de varianza ANOVA del cuadro 7.

Cuadro 7 ANOVA de la brotación de primordios en T1, T2, T4

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | Valor "F" | Probabilidad (>F) |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|-------------------|
| Tratamiento | 3 | 2,26 | 40,67 | 0,14 | 0,00210** |
| Error experimental | 7 | 404,66 | 0,56 | | |

Las medianas del tiempo de brotación de los primordios varían entre cada tratamiento, como se muestra en la Figura 19. Los tratamientos T1 y T3 germinaron en 26,60 y 26,20 días respectivamente. El tratamiento T4, que utiliza cascarilla de café como sustrato, presenta la mediana más alta y tardó 37 días en germinar. Dado que los brotes ocurrieron en un rango de dos días, se observó dispersión en los datos en el T1, mientras que en el T2 no hubo dispersión, con una variabilidad del 1,65% y una asimetría positiva. Además, se descubrieron valores atípicos en relación a los días de brote en el tratamiento T2

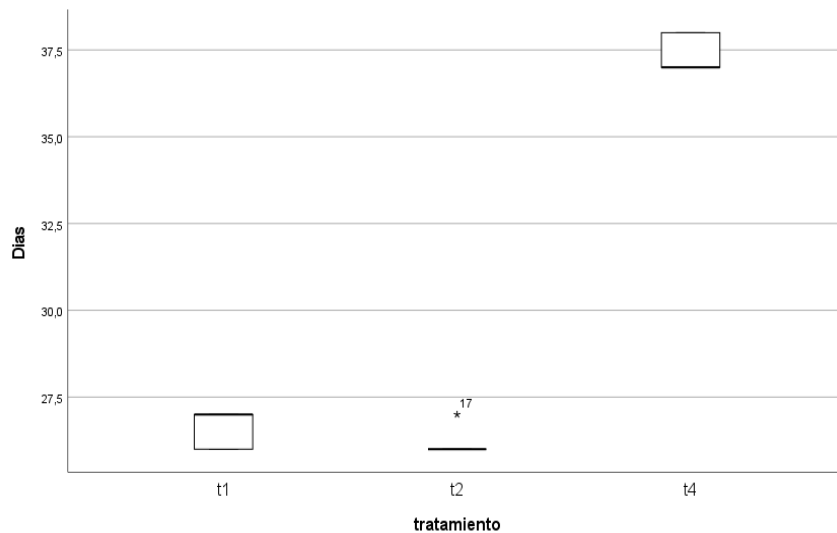


Fig. 19 Análisis del tiempo de brotación de primordios.

Esta investigación difiere del estudio de (Vanero, y otros, 2010) quien indico que el periodo de visualización de primordios varía de 25 y 69 días, a su vez el estudio de (Ochoa, 2019) manifiesta que se registró un periodo de 22 a 27 días para la brotación. Según (Peña & Serrano, 2006), La formación de apelmazamiento en el sustrato ocasiona una disminución en la distribución de oxígeno, lo que se considera uno de los factores que podrían haber contribuido a la aparición de primordios durante un período de tiempo más prolongado durante el tratamiento T4 y por ende que en el tratamiento T3 no se hayan visualizado brotes en este periodo. El crecimiento del micelio y el desarrollo de los primordios dependen de esta circunstancia de gran importancia.

4.2 DIAMETRO DE LOS CARPOFOROS EN CADA TRATAMIENTO

Se realizó la toma del diámetro de todos los cuerpos existentes en cada una de las 3 fundas de la unidad experimental para tener el promedio total de cada repetición.

El tamaño de los sombreros es un parámetro morfológico de desarrollo utilizado para identificar el sustrato más adecuado, como se menciona en el estudio de (Calero, 2018). En el cuadro 8 se muestra los resultados donde se puede apreciar que las setas cultivadas en bagazo de caña alcanzaron un diámetro promedio de 7,14 cm. Por otro lado, las setas cultivadas en tuzas de maíz presentaron una diferencia mínima en tamaño, con un diámetro

promedio de 7.09 cm, mientras que las más pequeñas se cosecharon de la cascarilla de café, con un diámetro promedio de 6,50 cm. Esta información permitió una identificación clara del sustrato que favoreció un mayor desarrollo en las setas durante el experimento.

Cuadro 8 Diámetro de los carpóforos

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | |
| T1 | 8.10 | 7.05 | 6.52 | 7.04 | 6.99 | 35.71 | 7.14 |
| T2 | 7.23 | 6.867 | 6.54 | 7.51 | 7.27 | 35.44 | 7.09 |
| T4 | 7.31 | 5.81 | 6.90 | 5.79 | 6.687 | 32.5 | 6.50 |

El cuadro 9 muestra un análisis descriptivo estadístico del diámetro del carpóforo, donde se muestra que el tratamiento T4 tiene una variabilidad del 10.32% y una mayor dispersión en sus datos. Esto implica que los valores del diámetro del carpóforo varían significativamente comparándolo con los dos tratamientos en estudio, en conclusión, T4 tiene más rango en la variable diámetro del carpóforo o sombrero.

Cuadro 9 Resumen estadístico de la variable diámetro del carpóforo

| Tratamientos | Media | Mediana | SD | CV% | Error estándar |
|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------------|
| T1 | 7,14 | 7,04 | 0,58 | 8,12 | 0,25 |
| T2 | 7,08 | 7,23 | 0,38 | 5,36 | 0,17 |
| T4 | 6,49 | 6,68 | 0,67 | 10,32 | 0,30 |

En el cuadro 10 se realizó una prueba que demostró la existencia de una interacción significativa entre los tratamientos en relación con la variable del diámetro del sombrero.

Cuadro 10 ANOVA del diámetro del carpóforo

| | | |
|--------------------|----------------------|--------------------------|
| F = 1.39935 | Denom df = 22 | p-value = 0,10345 |
|--------------------|----------------------|--------------------------|

No se encontró una interacción significativa entre los tratamientos, al no ser $p < 0.05$, según el resultado con $p = 0.10345$.

Existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en relación con la variable del diámetro del hongo ($F = 5.34$, $p = 0.005$), según el análisis de varianza ANOVA del cuadro 11.

Cuadro 11 ANOVA para la variable diámetro del carpóforo

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | Valor "F" | Probabilidad (>F) |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|-------------------|
| Tratamiento | 2 | 28,790 | 13,453 | 5,3478 | 0,003312 |
| Error experimental | 31 | 74,523 | 2,334 | | |

El diámetro de cada sombrero se representa en la Figura 20. Podemos ver que el tratamiento T3 tiene más dispersión en sus datos, con un coeficiente de variabilidad de 10.32, lo que indica una mayor variabilidad en las mediciones. Sin embargo, el tratamiento T1 tiene una dispersión menor entre sus repeticiones, lo que indica que están más cercanos entre sí, con un coeficiente de variabilidad de 8.12.

En conclusión, los tratamientos 1 y 2 presentaron una medida mayor en el diámetro de los sombreros en comparación con los otros tratamientos

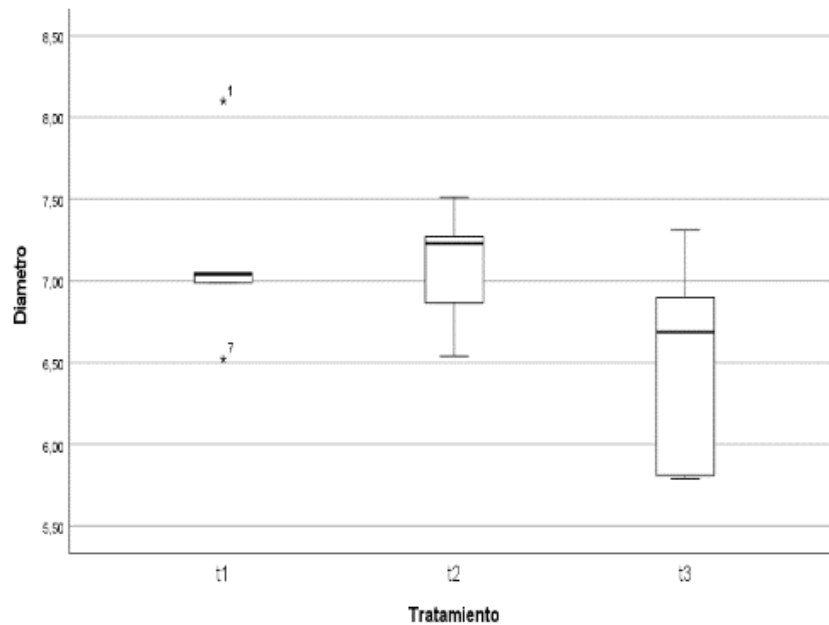


Fig. 20 Análisis del diámetro de los sombreros

Desde una perspectiva estadística, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos; sin embargo, el tratamiento T1 tenía la cantidad de cuerpos fructíferos más alta, con un valor de 7,14 cm.

En un estudio realizado por Cueva y Monzón (2014), se demostró que el tratamiento que involucraba el uso de tuzas produjo sombreros con un diámetro promedio de 5,53 cm en su evaluación del desarrollo y la producción de *Pleurotus ostreatus* utilizando una variedad de desechos agroindustriales. Estos hallazgos difieren ligeramente de los hallazgos de otra investigación, que también encontró un diámetro promedio del carpóforo de 5,57 cm, lo que está en línea con el estudio de Calzado (2010) sobre la producción y evaluación de la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus*.

4.3 CANTIDAD DE CUERPOS COSECHADOS EN CADA TRATAMIENTO

Se contabilizó cada sombrero producido en cada una de las repeticiones de los tratamientos para tener el valor total producido de cada una. Como podemos observar en el cuadro 12, se obtuvieron la mayor cantidad de cuerpos fructíferos en el tratamiento T2, tuza de maíz, sin mucha diferencia del que obtuvo el segundo lugar T1, bagazo de caña. Siendo el T4, cascarilla de café el que obtuvo menor cantidad con 60 sombreros.

Cuadro 12 Cantidad de frutos

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|----|----|----|----|------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | |
| T1 | 32 | 30 | 31 | 30 | 34 | 157 | 31.4 |
| T2 | 34 | 35 | 35 | 35 | 37 | 176 | 35.2 |
| T4 | 10 | 12 | 12 | 12 | 14 | 60 | 12 |

En el cuadro 13 se encuentra el análisis descriptivo estadístico sobre número de cuerpos fructíferos.

Cuadro 13 Resumen estadístico de la variable número de cuerpos fructíferos

| Tratamientos | Media | Mediana | SD | CV% | Error estándar |
|--------------|-------|---------|------|-------|----------------|
| T1 | 31,40 | 31,00 | 1,67 | 5,31 | 0,74 |
| T2 | 35,20 | 35,00 | 1,09 | 3,09 | 0,49 |
| T4 | 12,00 | 12,00 | 1,41 | 11,75 | 0,63 |

En el cuadro 14 se realizó una prueba que demuestra la existencia de una interacción significativa entre los tratamientos en relación con la variable de números de cuerpos fructificados.

Cuadro 14 ANOVA de la cantidad de sombreros

| | | |
|----------------------|----------------------|----------------------------|
| F = 0,1178345 | Denom df = 30 | p-value = 0,8734967 |
|----------------------|----------------------|----------------------------|

No hay una interacción significativa entre los tratamientos, según el resultado con $p=0.8734967$, al no ser $p < 0.05$.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre T1, T2, T4, según análisis de varianza indicado en el cuadro 15.

Cuadro 15 ANOVA para la variable cantidad de cuerpos fructíferos en los tratamientos.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | Valor "F" | Probabilidad (>F) |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|-------------------|
| Tratamiento | 2 | 75,6,452 | 36,44 | 2,8934 | 0,101 |
| Error experimental | 31 | 430,1 | 13,84 | | |

La Figura 21 muestra que las medianas relacionadas con el número de cuerpos fructíferos van en cada tratamiento con variación, siendo la mediana con mayor valor observada en el T2, obteniendo 35,20 cuerpos fructíferos, mientras que en los tratamientos T1 se obtuvo 31,40 y T4 12,00, siendo esta la más baja. El T2 y T4 presentan valores atípicos a comparación de T1, T4 obtuvo una variabilidad de 11,75, siendo la más alta si se compara con T2 3,09% y T1 5,31%.

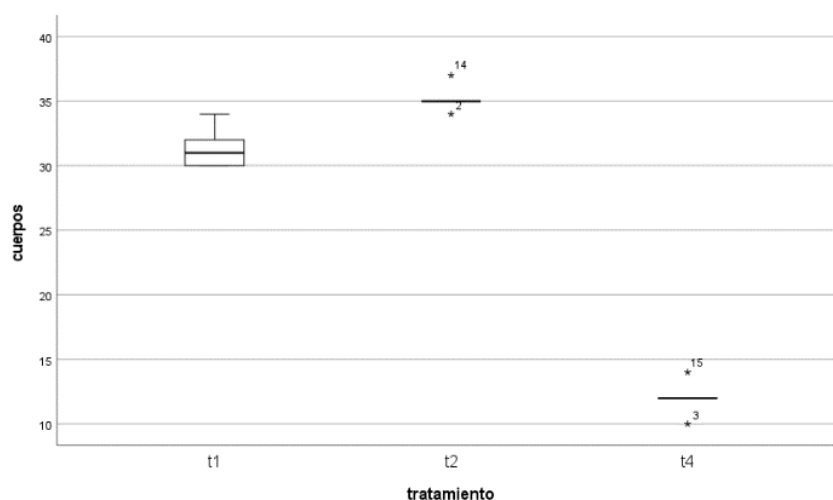


Fig. 21 Análisis de número de cuerpos fructíferos en la cosecha.

Desde un punto de vista estadístico, se puede notar que hay diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2. El tratamiento T2 exhibió la media más alta con 35.20, mientras que el tratamiento T4 tuvo la media más baja con 12. Según (Galarza, 2012), la cantidad de hongos que se produjeron en cada bloque no es muy relevante como el peso fresco del sustrato ya que la cosecha depende de la fuente de carbono sin dejar a lado la importancia de la calidad de la semilla. Dado que algunas

cepas producen grandes cantidades de hongos pequeños, mientras que otras producen grandes cantidades de hongos grandes, para que un cultivo se considere económicamente apropiado y rentable, su porcentaje de eficiencia biológica debe estar por encima de un cierto umbral. De igual manera, (Ríos & Zamora, 2006) confirman que el peso fresco del sustrato es más confiable que el número producido en cada tratamiento.

4.4 PESO TOTAL DE LA COSECHA EN CADA TRATAMIENTO

El resultado de los pesos se obtuvo del total de la producción por cada tratamiento dando como mayor valor el T2, tuza de maíz donde se obtuvieron 4667 gramos a gran diferencia del T4 cascarilla de café que nos dio el menor valor con 1122.5 gramos.

En el cuadro 16 podemos visualizar a detalle el peso de cada tratamiento.

Cuadro 16 Peso total de cosecha

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|------|-----|-----|--------|---------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | |
| T1 | 789 | 549.5 | 595 | 763 | 578 | 3274.5 | 1091.5 |
| T2 | 867 | 899 | 1060 | 940 | 901 | 4667 | 1555.66 |
| T4 | 270 | 317.5 | 185 | 180 | 170 | 1122.5 | 374.16 |

El cuadro 17 muestra un análisis descriptivo estadístico del peso del hongo, donde se observa que la dispersión de los datos es mayor con el tratamiento T2. Esto significa que el valor de peso varía en un 75.35% comparándolo con los dos tratamientos en estudio, esto lo convierte en el tratamiento con más aleatoriedad.

Cuadro 17 Análisis descriptivo estadístico del peso de los hongos

| Tratamientos | Media | Mediana | SD | CV% | Error estándar |
|--------------|--------|---------|-------|-------|----------------|
| T1 | 654,90 | 595,00 | 112,1 | 17,11 | 50,13 |
| T2 | 933,40 | 901,00 | 75,35 | 8,07 | 33,69 |
| T4 | 224,50 | 185,00 | 65,63 | 29,23 | 29,35 |

En el cuadro 18, se realizó una prueba para determinar la existencia significativa del peso entre los tratamientos.

Cuadro 18 Análisis de varianza del peso producido

| | | |
|---------------------|----------------------|----------------------------|
| F = 1,994567 | Denom df = 30 | p-value = 0,1934956 |
|---------------------|----------------------|----------------------------|

No se encontró una interacción significativa entre los tratamientos, al no ser $p < 0.05$, según el resultado con $p=0.1934956$.

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según el análisis de varianza ANOVA del cuadro 19 ($F=26.732$, $p=0.005$).

Cuadro 19 ANOVA del peso en los tres tratamientos.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | Valor "F" | Probabilidad(>F) |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|------------------|
| Tratamiento | 2 | 25964 | 13801 | 26,732 | 1,112e-04 *** |
| Error experimental | 31 | 14956 | 500 | | |

La Figura 22, que representa el boxplot de los tratamientos, evidencia que el tratamiento T2 exhibe la mediana más alta en comparación con los tratamientos T1 y T4, con un valor de 185 gramos. Por otro lado, con un coeficiente de variabilidad del 29,23%, T4 demuestra la dispersión mayor en sus datos.

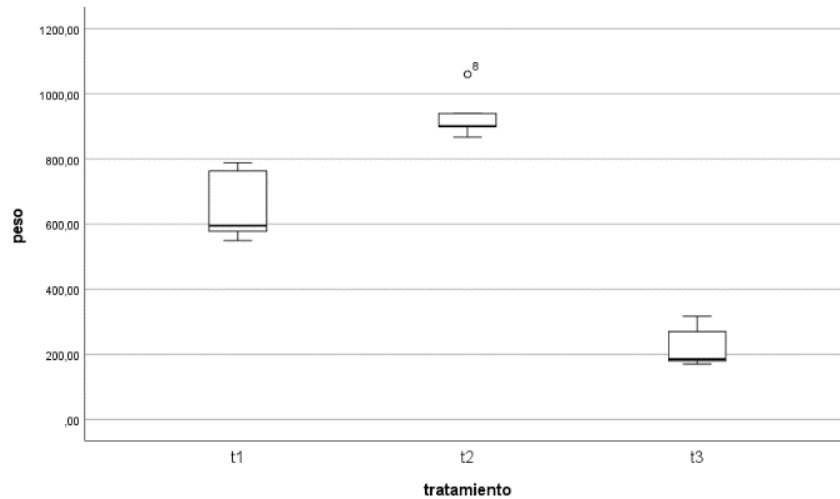


Fig. 22 Análisis del peso del hongo Ostra

4.5 EFICIENCIA BIOLÓGICA

Como podemos observar en el cuadro 20 el resultado de la eficiencia biológica del T2 fue el de mayor porcentaje con 68% seguido por el T1 con el 43% siendo el tratamiento T4 el que obtuvo menor porcentaje.

Cuadro 20 Eficiencia Biológica de los tratamientos

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | |
| T1 | 52% | 36% | 39% | 50% | 38% | 214% | 43% |
| T2 | 63% | 65% | 77% | 68% | 65% | 338% | 68% |
| T4 | 17% | 20% | 12% | 11% | 11% | 70% | 14% |

El resumen estadístico de eficiencia biológica se indica en el cuadro 21, que muestra que el tratamiento T4 muestra una mayor variabilidad, con un porcentaje del 28,73%. Esto indica que, en comparación con otros tratamientos, los datos están esparcidos, lo que hace que T4 sea el tratamiento más aleatorio en términos de eficiencia biológica.

Cuadro 21 Resumen estadístico de eficiencia biológica

| Tratamientos | Media | Mediana | SD | CV% | Error estándar |
|--------------|-------|---------|------|-------|----------------|
| T1 | 43,00 | 39,00 | 7,41 | 17,23 | 3,31 |
| T2 | 67,60 | 65,00 | 5,55 | 8,21 | 2,00 |
| T4 | 14,20 | 12,00 | 4,08 | 28,73 | 1,82 |

No hubo diferencias relevantes en el porcentaje de eficiencia biológica de los tratamientos ($F=0,023$, $p<0.05$), según el cuadro 22, que presenta el análisis de varianza ANOVA.

Cuadro 22 ANOVA de la eficiencia biológica en los tratamientos

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | Valor "F" | Probabilidad (>F) |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|-------------------|
| Tratamiento | 3 | 70,26 | 17,56 | 0,023 | 0,00128** |
| Error experimental | 7 | 7483,3 | 748,333 | | |

El comportamiento de cada caja en cuanto a la eficiencia biológica en los tratamientos es diferente en la Figura 23. El tratamiento T2, que utiliza tuza de maíz como sustrato, presenta la mejor eficiencia biológica, mientras que el tratamiento T4, que emplea cascarilla de café, muestra la menor eficiencia biológica. Ninguna de las medianas se ubica en el centro de las cajas, lo que indica que la distribución es asimétrica y no hay coincidencia entre la media, mediana y moda. Las proporciones de los tratamientos no son iguales, lo que indica que hay sesgos en los datos. Además, el tratamiento 2 muestra un valor atípico.

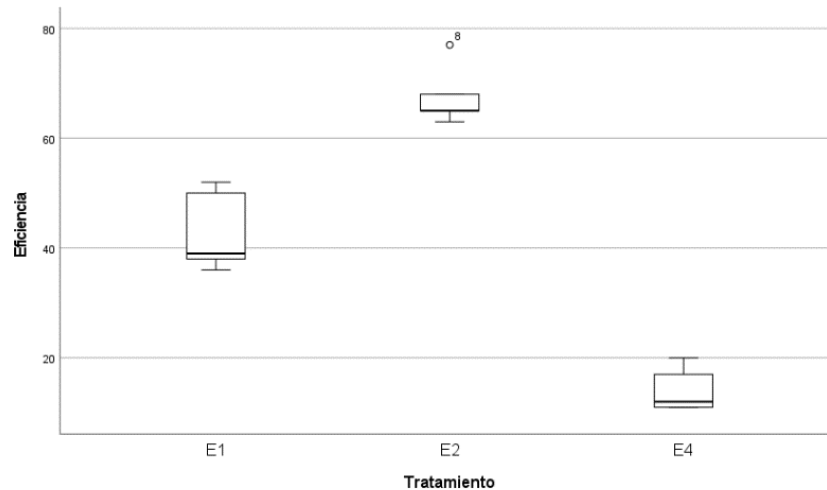


Fig. 23 Eficiencia biológica del hongo Ostra

Cortéz et al. (2007) realizaron una investigación con dos hongos *Pleurotus* estos fueron *ostreatus* y *pulmonaris* estudiar el cultivo y la clasificación de cepas como sustrato usaron el bagazo de la caña y encontraron valores de eficiencia biológica del 26 % al 50 %. Además, nuestra investigación encontró una eficiencia biológica del 25 %, lo que corrobora sus resultados. En otro estudio realizado por (Ciappini, 2004), el crecimiento y la producción de *Pleurotus ostreatus* tuvo un valor de 56.70% de eficiencia biológica este autor utilizó como sustrato tuzas de maíz mencionándolo desecho agroindustrial. Este porcentaje es comparable a los hallazgos de Torres et al. (2017), que encontraron el 57.72% para la eficiencia biológica usando como base de cultivo las tuzas del maíz.

(Sánchez & Royse 2001), manifiestan que la calidad productiva de un sustrato se observa aceptable cuando si porcentaje de eficiencia biológica es mayor o igual a 50 %.

4.6 RENDIMIENTO

El rendimiento de cada tratamiento se ve expresado en el cuadro xx donde podemos observar que los tratamientos T1 y T2 tuvieron mayor porcentaje que el T4, es decir la producción de hongos ostra en tuzas de maíz y en bagazo de caña da mayor productividad frente a la cascarilla de café.

Cuadro 23 Valor del rendimiento de los tratamientos

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | |
| T1 | 39% | 27% | 30% | 38% | 29% | 164% | 33% |
| T2 | 43% | 45% | 53% | 47% | 45% | 233% | 47% |
| T4 | 14% | 16% | 9% | 9% | 9% | 56% | 11% |

Un análisis descriptivo estadístico del rendimiento se proporciona en el cuadro 24, que muestra que T2 tiene variabilidad mayor en los resultados, siendo este del 8,24%. En comparación con otros tratamientos, los datos están más dispersos, lo que convierte al sustrato en el más impredecible en términos de porcentaje de rendimiento.

Cuadro 24 Resumen estadístico de rendimiento

| Tratamientos | Media | Mediana | SD | CV% | Error estándar |
|--------------|-------|---------|------|-------|----------------|
| T1 | 32,60 | 30,00 | 5,50 | 16,87 | 2,46 |
| T2 | 46,60 | 45,00 | 3,84 | 8,24 | 1,72 |
| T4 | 11,40 | 9,00 | 3,36 | 29,47 | 1,50 |

No hay diferencias significativas en los valores de rendimiento entre cada tratamiento, según el análisis de varianza ANOVA del cuadro 25 ($F=0.027$, $p=0.05$).

Cuadro 25 ANOVA del rendimiento en los tratamientos

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | Valor "F" | Probabilidad (>F) |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|-------------------|
| Tratamiento | 3 | 35,73 | 8,93 | 0,027 | 0,00128** |
| Error experimental | 7 | 3330,667 | 333,067,56 | | |

La Figura 24, demuestra que las cajas exhiben una conducta distinta, lo que significa que los porcentajes de rendimiento tienen medianas diferentes en cada uno de los tres tratamientos, disminuyendo significativamente en T4. En las 3 cajas la mediana se ubica al final de esta, lo que quiere decir que su distribución es asimétrica, no coincidiendo la media, mediana y moda. Se presentan datos atípicos únicamente en el tratamiento 2

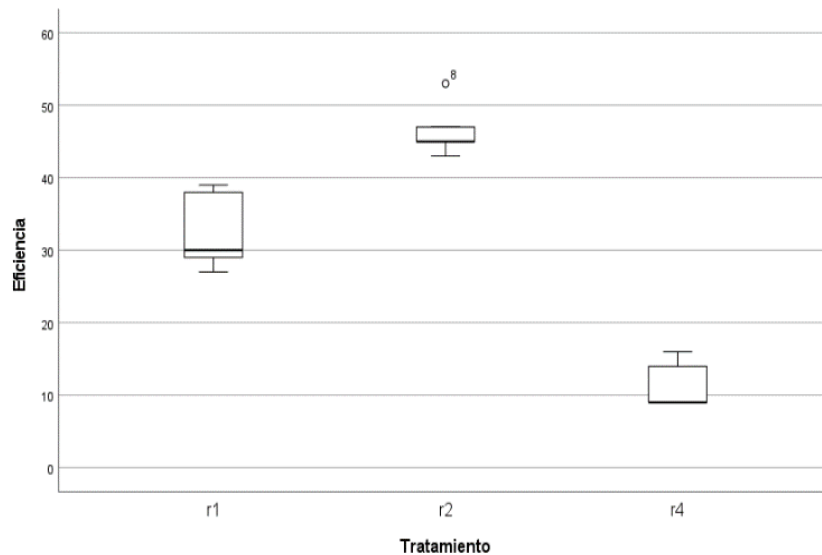


Fig. 24 : Análisis del rendimiento del cultivo del hongo Ostra

El peso de cosecha de los hongos y el valor de la eficiencia biológica determinado en los diferentes residuos de cosechas agrícolas utilizados están estrechamente relacionados con la productividad del cultivo de hongos ostra. El tratamiento T2, creado con Bagazo de Caña, se destacó por contener la mayor cantidad de lignocelulosa de todos estos sustratos. Sin embargo, no pudo lograr el mejor rendimiento debido a su estructura física. Esto se debe a la compactación inadecuada y la falta de espacio entre el material al envasar el sustrato en bolsas, lo que permite el crecimiento de hongos en múltiples direcciones tanto dentro como fuera de las bolsas (Peña & Serrano, 2006).

4.7 ANALISIS ECONÓMICO

Para realizar el análisis económico tomaremos como ejemplo la producción del T2, tuzza de maíz que fue el que nos dio mayor rendimiento y el mayor valor de eficiencia biológica.

Además, se tomará en cuenta que se van a producir 100 bloques de 2kg por cada ciclo, y 6 ciclos al año.

4.7.1 Inversión del proyecto

En el cuadro 26 se encuentra detallado la inversión inicial para que este proyecto cuente con cada elemento esencial para una buena producción.

Cuadro 26 Inversión del proyecto

| Descripción | | Cantidad | Valor | Total | |
|-------------|----------------------------|----------|-------|-------|------|
| Instalación | Materiales de construcción | 1 | 100 | 100 | |
| | Construcción | 1 | 150 | 150 | |
| Mobiliario | Estantes | 4 | 70 | 280 | |
| | Mesa | 2 | 50 | 100 | |
| Equipo | Balanza | 1 | 47 | 47 | |
| | Regla | 1 | 1 | 1 | |
| | Termómetro | 1 | 15 | 15 | |
| | Olla industrial | 2 | 75 | 150 | |
| | Cuchilla | 1 | 1 | 1 | |
| | Gas | 1 | 45 | 45 | |
| | Aspersor | 1 | 5 | 5 | |
| | Cocina industrial | 1 | 175 | 175 | |
| | TOTAL | | | | 1069 |

4.7.2 Costo de producción de cada ciclo

A continuación, en el cuadro 27 se detalla el costo de producción de cada ciclo de cultivo para cultivar 100 bloques de 2kg de sustrato con 0.2 kg de semilla del hongo Ostra.

Cuadro 27 Costo de producción de cada ciclo

| Fase | Material | Unidad | Cantidad | Valor | Total |
|------------------------------------|----------------------|---------|----------|-------|-------|
| Siembra | Semilla del hongo | Kg | 20 | 9 | 180 |
| | | Saco de | | | |
| | Tuza de maíz | 45kg | 3 | 3 | 9 |
| | Fundas | U | 100 | 0.08 | 8 |
| | Ligas | U | 100 | 0.5 | 50 |
| | Etiquetas | U | 100 | 0.02 | 2 |
| | Mano de obra | H | 8.00 | 2.5 | 20 |
| Incubación | Mano de obra | H | 13 | 2.5 | 32.5 |
| Fructificación | Mano de obra | H | 13 | 2.5 | 32.5 |
| Cosecha | Bandejas desechables | U | 300 | 0.2 | 60 |
| | Mano de obra | H | 16 | 2.5 | 40 |
| Total, costos del ciclo productivo | | | | | 434 |
| Ciclos productivos anuales | | | | | 6 |
| Total, costos de producción anual | | | | | 2604 |

4..7.3 Ingresos de la producción

Según el promedio de los costos del kg de hongos ostra establecidos en el mercado, el valor es de 20 dólares americanos, la producción del T2 en 15 bloques fue de 4.67 kg, es decir por bloque produce 0.31kg, nuestra producción proyectada para cada ciclo va a hacer 100 bloques por ello tenemos 30 kg de cosecha. Se realizarán 6 ciclos de cosecha al año.

Cuadro 28 Ingresos por ciclo

| Rubro | Unidad | Costo \$ | Producción (kg/ ciclo) | Total, ciclo producido (kg) | Cantidad de ciclos | Total, anual general \$ |
|------------------|--------|----------|------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------|
| Producción setas | Kg | 20 | 30 | 600 | 6 | 3600 |

4.1.1 4.7.4 Flujo financiero

En el cuadro 29 se detalla el flujo financiero proyectado para 5 años con un incremento anual del 2% tanto en ingresos como en egresos.

Cuadro 29 Flujo financiero

| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ingresos | 0.00 | 3600.00 | 3672.00 | 3745.44 | 3820.35 | 3896.76 |
| Venta de hongos | | 3600.00 | 3672.00 | 3745.44 | 3820.35 | 3896.76 |
| Egresos | 1069.00 | 2604.00 | 2656.08 | 2709.20 | 2763.39 | 2818.65 |
| Construcción | 1069.00 | | | | | |
| Costos de producción | | 2604.00 | 2656.08 | 2709.20 | 2763.39 | 2818.65 |
| Saldos | 1,069.00 | 996.00 | 1,015.92 | 1,036.24 | 1,056.96 | 1,078.10 |

4.7.5 Relación costo / beneficio

En el cuadro 32 podemos observar la Tasa Interna de Retorno con un valor porcentual alto que nos indica que el proyecto es rentable, además de que el valor beneficio costo es de 1.25 lo que nos asegura que por cada dólar invertido tendremos $\frac{1}{4}$ de dólar de ganancia.

Cuadro 30 VAN, TIR, BENEFICIO/ COSTO

| | |
|------------|-----------------|
| TIR | 92% |
| VAN | 2,651.21 |
| B/C | 1.25 |

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos T1, T2, T4 fueron los que dieron resultados a los 45 días desde la siembra, es por eso que se contó con estos tres tratamientos para el análisis. Dando como conclusión lo siguiente:

Los tratamientos que presentaron menor tiempo en la aparición de primordios fueron el tratamiento 1 (bagazo de caña) y el tratamiento 2 (tuza de maíz), la visualización en estos se dio a los 26 días promedio, el tratamiento que se demoró más días en que sus primordios se visualicen fue el tratamiento 4 (cascarilla de café) con un promedio de 37 días.

En cuanto al diámetro del sombrero los tratamientos 1 (bagazo de caña) y 2 (tuza de maíz) tuvieron un promedio de 7cm, se concluye que la medida del diámetro es directamente proporcional al peso, si mayor es la longitud del hongo mayor peso tendrá.

El tratamiento que generó la mayor producción fue el tratamiento 2, el cual consistió en utilizar tuza de maíz. La primera cosecha alcanzó un peso final de 4667 gramos y logró un porcentaje de eficiencia biológica del 68%. En cambio, el tratamiento 1, que utilizó bagazo de caña, obtuvo una eficiencia biológica del 43%, por último, el T4, cascarilla de café tuvo un rendimiento del 11%.

El rendimiento va directamente proporcional al peso de cosecha como se afirma que el tratamiento con mayor rendimiento fue el T2, tuza de maíz con 47%, y el menor el T4, cascarilla de café con 11%

El tratamiento 3, llegó a colonizarse apenas un 30% de las unidades experimentales, sin embargo, a los 60 días después de la siembra pudimos apreciar sus primeros cuerpos fructíferos, en lo que podemos concluir que es necesario dejarle más días en la etapa de incubación para que la colonización del micelio sea extendida por todo el sustrato. Según

literatura también la falta de colonización en este sustrato se debe a que el sustrato es más compacto por ello no permite la expansión libre del micelio perdiendo la vitalidad de la semilla.

Después del análisis del Beneficio Costo podemos afirmar que el cultivo de hongos comestibles en tuza de maíz es rentable, además que es un residuo agrícola de fácil accesibilidad en el cantón Morona.

El bagazo de caña es un sustrato eficiente para el cultivo del hongo ostra además que a diferencia del cultivo de maíz que es estacionario el cultivo de caña está a disponibilidad todo el año y es fácil de conseguir el residuo de este cultivo y procesarlo como sustrato.

CAPÍTULO 6

6. RECOMENDACIONES

- Realizar está investigación utilizando sustratos con mezclas en diferentes porcentajes de los desechos agrícolas utilizados en esta investigación.
- Cultivar el hongo Ostra en diferentes sustratos que contengan lignina, celulosa y hemicelulosa, disponibles en el entorno con el objetivo de disminuir la contaminación ambiental.
- Orientar investigaciones utilizando los materiales analizados en este estudio, pero aplicándolos a distintas variedades y especies del género Pleurotus. El objetivo es aportar nuevas oportunidades de ingresos a los agricultores y preservar el medio ambiente.
- Realizar los debidos análisis químicos para determinar si el sustrato utilizado interfiere en el contenido nutricional de cada cultivo.
- Es necesario e importante que se realice la desinfección total del área de estudio, sustratos, y materiales a utilizarse en la investigación con el objetivo de que no existan contaminación.
- Realizar una investigación utilizando los residuos que queda en las fundas es decir el peso en seco del sustrato para determinar eficiencia y calidad como alimento para animales o compostaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, A. A. (2022). PRODUCCIÓN DEL HONGO OSTRA *Pleurotus ostreatus* A PARTIR DE RESIDUOS DE CAFÉ (*Coffea arábica*) PROVINCIA DEL AZUAY. CANTÓN SANTA ISABEL. Comunidad Guayara. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11213>
- Aguinaga, B. P. (Mayo de 2012). Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* en tres ciclo de produccion en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ardón, L. C. (Octubre de 2007). La producción de hongos comestibles. Guatemala.
- Calero, G. L. (Julio de 2018). Valoración del crecimiento del hongo Ostra Rosado (*Pleurotus djamor*) sobre formulaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales de la provincia de Cotopaxi para la producción de setas comestibles en la empresa ASOPROTEC. Ambato, Ecuador.
- Chang, S. T. (2007). MUSHROOM PRODUCTION. *BIOTECHNOLOGY, VII*. Obtenido de <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C17/E6-58-06-03.pdf>
- Córdoba, J. A., Salcedo, E., Rodríguez, R., Zamora, J. F., Manríquez, R., Contreras, H., . . . Delgado, E. (2013). CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN QUÍMICA DEL OLOTE: DEGRADACIÓN HIDROTÉRMICA BAJO CONDICIONES SUBCRÍTICAS. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo* , 186-200.
- Crespo, C. I. (2021). Evaluación del potencial de biodegradación de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Citrinopileatus ostreatus* en aguas residuales de faenamiento. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11042>

- Donado, P. T. (2014). EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*); MOYUTA, JUTIAPA. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Donado-Tania.pdf>
- Erazo, G., Izurieta, J. C., Cronkleton, P., Anne, L., & Putzel, L. (2014). El uso de pigüe (*Piptocoma discolor*) por los pequeños productores de Napo, Ecuador. Manejo sostenible de una especie pionera de madera para los medios de vida locales. *BRIEFS*(26).
- Fonseca, B. P., & Monroy, M. J. (2022). PROPUESTA DE UN MEDIO FILTRANTE BIODEGRADABLE MEDIANTE FIBRAS DE CELULOSA A PARTIR DEL BAGAZO DE CAÑA AZÚCAR. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8825/1/6171081-2022-1-IQ.pdf>
- Gaitán, H. R., & Silva, H. A. (2016). Aprovechamiento de residuos agrícolas locales para la producción de *Pleurotus* spp., en una comunidad rural de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Micología*, 43, 43-47. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/883/88346175007.pdf>
- Galarza, C., & Jacques, C. (2012). Análisis de la factibilidad técnica, económica y financiera de la producción de hongo seta y su integración a la cadena de valor en la región de texcoco .
- García, O. N., Bermúdez, S. R., & Serrano, A. M. (2011). FORMULACIONES DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE SETAS COMESTIBLES PLEUROTUS. *Tecnología Química*, vol. XXXI, núm. 3, 15-22.
- Garzón, G. J., & Cuervo, A. J. (2008). Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *NOVA*, 6(10), 101-236. Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/403/1142>

- Gomez, M. A., & Orozco, O. J. (2018). Producción de Orellana (*Pleurotus ostreatus*) empleando tusa de Maiz (*Zeamay*), residuos de Piña (*Ananas comosus*), y Taruya (*Eichhornia crassipes*). *INNOCAE*, 2(1). Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innocae/article/view/3331/3789>
- González, J. E., Papue, A., Gonzalez, V., Borja, A., & Oliva, D. (2018). Crecimiento y conservación de *Piptocoma discolor* (Pigüe) en la Provincia de Pastaza, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(3), 366-379. Obtenido de <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/380/html>
- Kalac, P. (2019). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113(1), 9-16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.077>
- Lesá, K. N., Khandaker, M. U., Mohammad Rashed Iqbal, F., Sharma, R., Islam, F., Mitra, S., & Emran, T. B. (2022). Valor nutricional, importancia medicinal y efectos promotores de la salud del hongo dietético (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Quality*, 2022, 1-9. doi:<https://doi-org.vpn.ucacue.edu.ec/10.1155/2022/2454180>
- López, R. C., Hernández, C. R., Suárez, F. C., & Borrero, M. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum*, vol. 13, núm. 2., 128-137.
- Martínez, M. D. (2006). PRODUCCIÓN DE TRES ESPECIES DE *Pleurotus* spp. Utilizando diferentes sustratos, NUEVO PROGRESO, SAN MARCOS.
- Nieto, I. J., & Chegwin A., C. (2010). Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XII(1), 169-178. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/776/77617786016.pdf>

- Obando, G. A., Vásquez, G. A., Benavides, P. D., & Jojoa, M. F. (2022). Producción de hongo orellana (*Pleurotus ostreatus*) sobreresiduos agrícolas y pastos generados en la comunidad de Obonuco, Nariño. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales Volumen 9 (2)*., 42-54.
- Ochoa, F. T. (2019). Evaluación del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en tuzas de maíz y viruta de pino, en el cantón Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/8197>
- Robles, D. K. (2022). Evaluación del rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en dos sustratos (Bagazo de caña y tamo de arroz) en la ciudad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12828>
- Rodríguez, V. N., & Jaramillo, L. C. (2004). CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES DEL GÉNERO *Pleurotus* SOBRE RESIDUOS AGRÍCOLAS DE LA ZONA CAFETERA. *CENICAFÉ*. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/582/1/027.pdf>
- Romero, J., Rodríguez, M., & Pérez, R. (2000). Romero, J.; Rodríguez, M.; Pérez, R. (2000). *Pleurotus ostreatus*. Importancia y. *Bibliociencias*, 15-23.
- Ruilova, C. M., & Hernández, M. A. (2014). Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. *ICIDA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 48(1), 54-59. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223131337008.pdf>
- Sánchez, V. C. (2013). EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus* SOBRE UN RESIDUO AGROINDUSTRIAL DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA Y RESIDUOS DE PODA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE. (*Grado para optar el título de Administrador del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, Universidad*

Autonoma de Occidente). . Obtenido de

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5218/TAA01602.pdf>

Sánchez, V. J., & Royse, D. J. (2001). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México: UTEHA Noriega Editores .

Sevillano, T. D. (2022). Evaluación de la capacidad germinativa y producción de Callambas (*Pleurotus sp.*) en sustrato de café y bagazo de yuca. Quito, Ecuador.

Soto, C. O., Saucedo, C. G., Pablos, H. J., & Gutiérrez, R. M. (1999). Effect of substrate composition on the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*. An analysis by mixture and response surface methodologies. *Process Biochemistry*, 35(1-2), 127-133.
doi:[https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(99\)00043-6](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(99)00043-6)

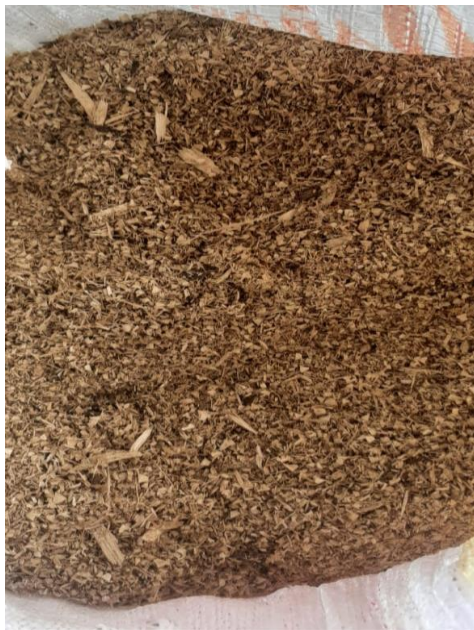
Valera, L. A. (2019). RENDIMIENTO DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus* CULTIVADO EN DIFERENTES SUSTRATOS A BASE DE RESIDUOS DE AGROINDUSTRIALES DE LA CIUDAD DE TACNA. Obtenido de http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3728/207_2019_valera_lopez_a_espg_maestria_alimentos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vallejo Torres, C. D. (2017). Calidad alimenticia del hongo *Pleurotus ostreatus*, fresco y deshidratado, cultivado en tres residuos agrícolas. . *ESPAMCIENCIA ISSN 1390*, 8(2), 75-83.

Varnero, M. T., & Quiroz, M. S. (2010). Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Información Tecnológica*, 21(2), 13-20. doi:10.1612/inf.tecnol.4154it.09

ANEXOS

ANEXO 1 Fotografías de los residuos de cosechas agrícolas, tuza de maíz, bagazo de caña, aserrín de pigue, de café.



ANEXO 2 Fotografía de cada tratamiento colonizado



ANEXO 3 Fotografías de aparición de primordios en t1, t2, t4



ANEXO 4 Fotografías de la fructificación



ANEXO 5 Fotografías del cultivo en etapa de cosecha



ANEXO 6 Fotografías de la etapa de cosecha.



ANEXO 7 Cálculos para determinar la viabilidad económica

| AÑO | INGRESO | EGRESO | F.A.S. | INGRESO ACTUALIZADO | EGRESO ACTUALIZADO |
|-------|----------|----------|--------|------------------------|-----------------------|
| 0 | | 1,069.00 | 1.00 | - | 1,069.00 |
| 1 | 3,600.00 | 2,604.00 | 0.89 | 3,214.29 | 2,325.00 |
| 2 | 3,672.00 | 2,656.08 | 0.80 | 2,927.30 | 2,117.41 |
| 3 | 3,745.44 | 2,709.20 | 0.71 | 2,665.93 | 1,928.36 |
| 4 | 3,820.35 | 2,763.39 | 0.64 | 2,427.90 | 1,756.18 |
| 5 | 3,896.76 | 2,818.65 | 0.57 | 2,211.12 | 1,599.38 |
| TOTAL | | | | 13,446.54 | 10,795.33 |

| AÑO | INGRESO NETO | INGRESO NETO 12% | SALDO |
|-----|--------------|---------------------|----------|
| 0 | 1,069.00 | 1,069.00 | 1,069.00 |
| 1 | 996.00 | 889.29 | 179.71 |
| 2 | 1,015.92 | 809.89 | 630.17 |
| 3 | 1,036.24 | 737.57 | 1,367.74 |
| 4 | 1,056.96 | 671.72 | 2,039.46 |
| 5 | 1,078.10 | 611.74 | 2,651.21 |
| | | 2,651.21 | |

ANEXO 8 Fichas de recolección de datos

| Tiempo de brotación de primordios de cada tratamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|
| Tratamiento | Repeticiones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | R1 | | | TR1 | R2 | | | TR2 | R3 | | | TR3 | R4 | | | TR4 | R5 | | | TR5 |
| T1 | 26 | 27 | 26 | 26.33 | 26 | 27 | 27 | 26.67 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 26 | 26.67 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| T2 | 26 | 26 | 25 | 25.67 | 26 | 26 | 25 | 25.67 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 26.33 |
| T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T4 | 38 | 37 | 36 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 38 | 37 | 37 | 37.33 | 38 | 37 | 37 | 37.33 | 38 | 37 | 37 | 37.33 |

| Diametro de los carpóforos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| Tratamiento | Repeticiones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | R1 | | | TR1 | R2 | | | TR2 | R3 | | | TR3 | R4 | | | TR4 | R5 | | | TR5 |
| T1 | 8.80 | 7.36 | 8.14 | 8.1 | 8.55 | 6.06 | 6.55 | 7.053 | 6.56 | 7.59 | 5.41 | 6.52 | 7.27 | 7.06 | 6.8 | 7.043 | 7.91 | 6.27 | 6.79 | 6.99 |
| T2 | 6.86 | 7.55 | 7.29 | 7.233 | 6.46 | 7.29 | 6.85 | 6.867 | 7.05 | 6.17 | 6.42 | 6.547 | 8.28 | 7.13 | 7.13 | 7.513 | 8.11 | 6.31 | 7.41 | 7.277 |
| T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T4 | 7.44 | 8.5 | 6 | 7.313 | 5.1 | 5.5 | 6.83 | 5.81 | 6.7 | 7.5 | 6.5 | 6.9 | 5 | 5.55 | 6.83 | 5.793 | 6.28 | 5.9 | 7.88 | 6.687 |

| Peso de los hongos en cada tratamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Suma | Media (gr) | |
|--|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|-------|
| Tratamiento | Repeticiones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | R1 | | | TR1 | R2 | | | TR2 | R3 | | | TR3 | R4 | | | TR4 | R5 | | | TR5 | | |
| T1 | 320.0 | 227.0 | 242.0 | 789.0 | 282.5 | 100.0 | 167.0 | 549.5 | 138.5 | 219.0 | 237.5 | 595.0 | 248.0 | 218.0 | 297.00 | 763.00 | 180.00 | 207.00 | 191.00 | 578.00 | 3274.5 | 654.9 |
| T2 | 287.5 | 235.5 | 344.0 | 867.0 | 348.0 | 346.0 | 205.0 | 899.0 | 350.0 | 390.0 | 320.0 | 1060.0 | 290.0 | 325.0 | 325.00 | 940.00 | 323.00 | 298.00 | 280.00 | 901.00 | 4667.0 | 933.4 |
| T3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| T4 | 120.0 | 90.0 | 60.0 | 270.0 | 67.5 | 150.0 | 100.0 | 317.5 | 55.0 | 60.0 | 70.0 | 185.0 | 50.0 | 90.0 | 40.00 | 180.00 | 30.00 | 60.00 | 80.00 | 170.00 | 1122.5 | 224.5 |

| Número de cuerpos fructíferos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|
| Tratamiento | Repeticiones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | R1 | | | TR1 | R2 | | | TR2 | R3 | | | TR3 | R4 | | | TR4 | R5 | | | TR5 |
| T1 | 10 | 11 | 11 | 32 | 10 | 9 | 11 | 30 | 9 | 11 | 11 | 31 | 11 | 9 | 10 | 30 | 11 | 11 | 12 | 34 |
| T2 | 11 | 11 | 12 | 34 | 12 | 12 | 11 | 35 | 11 | 12 | 12 | 35 | 12 | 12 | 11 | 35 | 11 | 13 | 13 | 37 |
| T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T4 | 5 | 2 | 3 | 10 | 4 | 5 | 3 | 12 | 5 | 4 | 3 | 12 | 5 | 4 | 3 | 12 | 5 | 5 | 4 | 14 |

ANEXO 9 Autorización de publicación en el repositorio institucional

Alesty Jhomira Delgado Chacon portadora de la cédula de ciudadanía N° 1400746754. En calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**RESPUESTA AGRONÓMICA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*, BAJO CUATRO SUSTRATOS DERIVADOS DE RESIDUOS DE COSECHAS EN EL CANTÓN MORONA**”, 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.

Macas, 05 de septiembre de 2023



Alesty Jhomira Delgado Chacon

C.I. 1400746754