

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “ Producción de hongos gourmet (*Pleurotus ostreatus jacq.*) con el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en el Centro experimental San Francisco de la UPEC ”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Mejía Cuasquer Vanessa Ximena

TUTOR: Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

Tulcán, 2024.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Mejía Cuasquer Vanessa Ximena con el número de cédula 1727295931 respectivamente, ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Producción de hongos gourmet (*Pleurotus ostreatus jacq.*) con el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en el Centro experimental San Francisco de la UPEC"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

---


Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

**TUTOR**

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Mejía Cuasquer Vanessa Ximena con cédula de identidad número 1727295931 respectivamente, declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

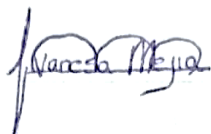
Mejía Cuasquer Vanessa Ximena

**AUTORA**

Tulcán, diciembre de 2024

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Mejía Cuasquer Vanessa Ximena declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: " Producción de hongos gourmet (*Pleurotus ostreatus jacq.*) con el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en el Centro experimental San Francisco de la UPEC " y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Mejía Cuasquer Vanessa Ximena

**AUTORA**

Tulcán, diciembre de 2024

## AGRADECIMIENTO

Deseo exteriorizar mi agradecimiento primeramente a Dios, por darme salud y vida, sin el nada sería posible, le agradezco por permitir que concluya esta etapa importante en mi vida a pesar de las dificultades que se presentaron, fue uno de los motivos para no dar mi brazo a torcer.

A mis padres Wilmer y Ximena por todo el esfuerzo que han hecho en el transcurso de estos años, para que yo logre culminar esta etapa, por apoyarme en todo momento y ofrecerme su amor incondicional, son y siempre serán la razón para mejorar cada día y lograr cumplir mis metas.

A mis hermanos Karen y Bryan por brindarme su apoyo incondicional y estar siempre en cada paso que doy, tanto en los buenos como malos momentos, son parte esencial para que siga adelante y me esfuerce por ser cada vez mejor.

A mi tutor MSc. Paul Ortiz por guiarme con sus conocimientos, que permitieron que termine el trabajo de investigación con éxito, además de su paciencia, e inspirar confianza por su responsabilidad.

A los docentes de la Facultad de industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, por impartir sus conocimientos durante el transcurso de mi carrera universitaria, mismos que ayudaron a que concluya con éxito mi formación profesional.

A mis amigos por ser ese apoyo incondicional en distintas situaciones, por brindarme sus consejos y preocuparse por mi bienestar.

Finalmente, a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por brindarme la oportunidad de concluir mi carrera, gracias por ser parte de mi formación, y ofrecerme los recursos disponibles de la institución para mejorar mi aprendizaje.

## DEDICATORIA

A Dios por nunca soltarme y estar conmigo en cada etapa de mi vida.

A mi familia por ser mi motor para que siga esforzando día a día, quienes siempre han creído en mí.

A mis padres y hermanos por ser mi pilar, quienes siempre se han preocupado por mi bienestar y han estado presentes en todo momento, son mi ejemplo a seguir, mis consejeros, y siempre me dan palabras de aliento mostrándome su apoyo.

A mi sobrina, que es mi motivo de inspiración, por quien quiero superarme y tener un mejor futuro para ofrecerle lo mejor que pueda.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| <b>RESUMEN</b> .....  | 13 |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | 14 |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....   | 15 |
| <b>I. EL PROBLEMA</b> .....   | 16 |
| <b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....                                | 16 |
| <b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....                                  | 17 |
| <b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....   | 17 |
| <b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....                    | 18 |
| 1.4.1. Objetivo General.....  | 18 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos.....   | 18 |
| 1.4.3. Preguntas de Investigación .....                                     | 19 |
| <b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....                                     | 20 |
| <b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....                          | 20 |
| <b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....   | 23 |
| 2.2.1. Hongo ostra ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) .....                     | 23 |
| 2.2.1.1. Origen .....   | 23 |
| 2.2.1.2. Taxonomía del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .....               | 23 |
| 2.2.1.3. Características fisiológicas. ....                                 | 23 |
| 2.2.1.4. Características Morfológicas. ....                                 | 23 |
| 2.2.2. Importancia del cultivo de ( <i>Pleurotus ostreatus</i> Jacq.) ..... | 24 |
| 2.2.2.1. Propiedades nutricionales.....                                     | 24 |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.2.2. Propiedades medicinales.....                              | 24 |
| 2.2.3. Características generales del cultivo del hongo ostra ..... | 24 |
| 2.2.3.1. Ambiente .....  | 25 |
| 2.2.3.2. Temperatura .....   | 25 |
| 2.2.3.3. Humedad.....  | 25 |
| 2.2.3.4. Iluminación .....   | 25 |
| 2.2.3.5. Ventilación.....  | 26 |
| 2.2.3.6. Cultivo en fundas de polipropileno .....                  | 26 |
| 2.2.4. Etapas del cultivo. ....                                    | 26 |
| 2.2.4.1. Preparación de los sustratos .....                        | 26 |
| 2.2.4.2. Pasteurización .....                                      | 26 |
| 2.2.4.3. Siembra .....   | 27 |
| 2.2.4.4. Colonización o incubación.....                            | 27 |
| 2.2.4.5. Inducción.....  | 27 |
| 2.2.4.6. Producción o fructificación.....                          | 27 |
| 2.2.4.7. Cosecha .....   | 28 |
| 2.2.5. Problemas del cultivo .....                                 | 28 |
| 2.2.5.1. Plagas y enfermedades .....                               | 28 |
| 2.2.5.2. Relación carbono/nitrógeno .....                          | 28 |
| 2.2.6. Residuos lignocelulósicos .....                             | 29 |
| 2.2.6.1. Composición química de los residuos.....                  | 29 |
| 2.2.6.1.1 Celulosa.....  | 29 |
| 2.2.6.1.2. Hemicelulosa.....                                       | 29 |
| 2.2.6.1.3. Lignina .....   | 29 |
| 2.2.7. Materias primas.....  | 29 |
| 2.2.7.1. Rastrojo de papa: .....                                   | 29 |
| 2.2.7.2. Rastrojo de maíz: .....                                   | 30 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2.7.3. Paja de trigo: .....                                     | 30        |
| 2.2.7.4. Paja de cebada:.....                                     | 30        |
| <b>III. METODOLOGÍA .....</b>                                     | <b>31</b> |
| <b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....</b>                             | <b>31</b> |
| 3.1.1. Enfoque .....  | 31        |
| 3.1.2. Tipo de Investigación .....                                | 31        |
| <b>3.2. HIPÓTESIS .....</b>                                       | <b>31</b> |
| <b>3.3. Definición y operacionalización de las variables.....</b> | <b>32</b> |
| 3.3.1. Definición de las variables .....                          | 32        |
| <b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>                              | <b>35</b> |
| 3.4.1. Métodos .....  | 35        |
| 3.4.2. Localización de la investigación.....                      | 35        |
| 3.4.3. Superficie del ensayo .....                                | 35        |
| 3.4.4. Descripción y características del experimento .....        | 36        |
| 3.4.4.1. Unidad experimental .....                                | 36        |
| 3.4.4.2. Distribución de tratamientos .....                       | 37        |
| 3.4.4.3. Tratamientos .....                                       | 37        |
| 3.4.5. Manejo del experimento .....                               | 38        |
| 3.4.6. Variables a Evaluar.....                                   | 42        |
| <b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>                             | <b>44</b> |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>                           | <b>45</b> |
| <b>4.1. RESULTADOS .....</b>                                      | <b>45</b> |
| 4.1.1. Número de fundas contaminadas .....                        | 45        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1.2. Tiempo de corrida del micelio(días) .....         | 46        |
| 4.1.3. Días a la formación de primordios .....           | 48        |
| 4.1.4. Peso a la cosecha (gr) .....                      | 50        |
| 4.1.5. Peso total de la cosecha 1 y cosecha 2 (gr) ..... | 51        |
| 4.1.6. Ancho de colonias (cm) .....                      | 53        |
| 4.1.7. Número de colonias maduras.....                   | 55        |
| 4.1.8. Número de carpóforos .....                        | 57        |
| 4.1.9. Largo del tallo (cm) .....                        | 58        |
| 4.1.10. Días a la cosecha .....                          | 60        |
| 4.1.11. Análisis de costo/ beneficio.....                | 62        |
| <b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>           | <b>64</b> |
| <b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>                           | <b>64</b> |
| <b>5.2. RECOMENDACIONES .....</b>                        | <b>64</b> |
| <b>IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>               | <b>66</b> |
| <b>VII. ANEXOS.....</b>                                  | <b>70</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Taxonomía. ....   | 23 |
| Tabla 2. Operacionalización de las variables.....  | 33 |
| Tabla 3. Características del experimento .....   | 36 |
| Tabla 4. Descripción de los tratamientos empleados en la investigación.....  | 38 |
| Tabla 5. Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable número de fundas contaminadas. ....  | 45 |
| Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis para la variable número de fundas contaminadas. ....   | 45 |
| Tabla 7. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable tiempo de corrida del micelio. ....  | 46 |
| Tabla 8. Análisis de varianza para el tiempo de corrida del micelio.....   | 47 |
| Tabla 9. Prueba Duncan para el T.C.M. ....   | 47 |
| Tabla 10. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable días a la formación de primordios. ....   | 48 |
| Tabla 11. Prueba de Kruskal Wallis para la variable días a la formación de primordios desde la colonización del hongo en las bolsas hasta la aparición de primordios. .... | 49 |
| Tabla 12. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable peso a la cosecha.....  | 50 |
| Tabla 13. Análisis de varianza para la variable peso a la cosecha.....   | 50 |
| Tabla 14. Prueba Duncan para la variable peso a la cosecha.....  | 51 |
| Tabla 15. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2. ....  | 52 |
| Tabla 16. Análisis de varianza para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2. ....   | 52 |
| Tabla 17. Prueba Duncan para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2.....   | 52 |
| Tabla 18. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable ancho de colonias.....  | 53 |
| Tabla 19. Análisis de varianza para la variable ancho de colonias. ....  | 54 |
| Tabla 20. Prueba Duncan para la variable ancho de colonias. ....   | 54 |
| Tabla 21. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable número de colonias maduras....  | 55 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 22. Prueba de Kruskal Wallis para la variable número de colonias maduras....                         | 56 |
| Tabla 23. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable número de carpóforos. ....                              | 57 |
| Tabla 24. Análisis de varianza para la variable número de carpóforos. ....                                 | 57 |
| Tabla 25. Prueba Duncan para el número de carpóforos. ....   | 58 |
| Tabla 26. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable largo del tallo. ....                                   | 58 |
| Tabla 27. Análisis de varianza para la variable largo del tallo.....                                       | 59 |
| Tabla 28. Prueba Duncan para el largo del tallo. ....  | 59 |
| Tabla 29. Prueba de Shapiro-Wilks para la variable días a la cosecha. ....                                 | 60 |
| Tabla 30. Prueba de Kruskal Wallis para la variable días a la cosecha. ....                                | 61 |
| Tabla 31. Análisis costo/beneficio por tratamientos en 100 m <sup>2</sup> de la cosecha 1 y cosecha 2..... | 62 |
| Tabla 32. Costos de producción.....  | 73 |
| Tabla 33. Proceso de la investigación.....   | 74 |

### ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Localización del ensayo.....   | 35 |
| Figura 2. Diseño experimental (DCA) de la investigación para la producción del hongo Pleurotus ostreatus Jacq..... | 37 |
| Figura 3. Distribución de áreas de producción .....  | 38 |

### ÍNDICE DE ANEXOS

|  |     |
|--|-----|
| Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....  | 709 |
| Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas ..... | 70  |
| Anexo 3.Costos de producción .....                           | 732 |
| Anexo 4. Proceso experimental.....                           | 743 |

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue producir hongos ostra (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) mediante el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en el “Centro Experimental San Francisco. Se empleó un diseño completo al azar (DCA), constituido de 8 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: fundas contaminadas, tiempo de corrida del micelio (días), días a la formación de primordios, peso a la cosecha (gr), ancho colonias (cm), número de colonias maduras, número de carpóforos, largo del tallo (cm), días a la cosecha y análisis de costo/beneficio. El análisis estadístico se realizó en el software Infostat 2020, aplicando un análisis de varianza y pruebas de Duncan al 5%, Shapiro-Wilks y Kruskal Wallis. Los mejores resultados se obtuvieron en el T1, T7 Y T8 en fundas contaminadas en donde no se registró ninguna contaminación, en el tiempo de corrida del micelio y días a la formación de primordios se observó los mejores resultados en el T2 con valores de 19.22 y 6.92 días respectivamente. Para el peso a la cosecha y ancho de colonias se obtuvo el mejor desempeño en el T1 con valores de 135.99 gr y 10.22 cm respectivamente, Se obtuvo los mejores resultados en el peso total de la cosecha 1 y cosecha 2 en el T1 y T2 con valores de 272.00 gr y 262.16 gr respectivamente; en cuanto al número de colonias maduras se mostraron los mejores resultados en el T6 con un valor de 2.16 colonias, el T2 mostró los mejores resultados en el número de carpóforos con un valor de 11.14 carpóforos; en el largo del tallo destaca el T5 con un valor de 4.89 cm. El T3 tuvo el mejor desempeño en días a la cosecha en 5.87 días y en el análisis costo/beneficio el T1 sobresalió con un beneficio directo de 1.51 dólares por cada dólar invertido.

**Palabras Claves:** Residuos lignocelulósicos, micelio, primordios, carpóforos

## ABSTRACT

The objective of this research was to produce oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) by utilizing lignocellulosic residues at the San Francisco Experimental Centre. A completely randomized design (CRD) was used, consisting of 8 treatments and 3 replications. The variables evaluated included contaminated bags, mycelium running time (days), days to primordia formation, harvest weight (g), colony width (cm), number of mature colonies, number of basidiocarps, stem length (cm), days to harvest, and cost-benefit analysis. The statistical analysis was conducted using Infostat 2020 software, applying analysis of variance and Duncan's multiple range test at 5%, as well as the Shapiro-Wilks and Kruskal-Wallis tests. The best results for contaminated bags were observed in treatments T1, T7, and T8, where no contamination was recorded. Regarding mycelium running time and days to primordia formation, the best performance was obtained in T2, with values of 19.22 days and 6.92 days, respectively. For harvest weight and colony width, treatment T1 showed the best results, with values of 135.99 g and 10.22 cm, respectively. Additionally, the highest total harvest weights for both the first and second harvests were achieved in treatments T1 and T2, with values of 272.00 g and 262.16 g, respectively. In terms of number of mature colonies, treatment T6 performed best, with 2.16 colonies, while T2 excelled in the number of basidiocarps, achieving 11.14 basidiocarps. On the other hand, treatment T5 stood out for stem length, with a value of 4.89 cm, and T3 achieved the best result for days to harvest, with a value of 5.87 days. Finally, in the cost-benefit analysis, treatment T1 demonstrated superior performance, achieving a direct benefit of \$1.51 for every dollar invested.

**Keywords:** Residues, lignocellulosics, mycelium, primordia, carpophores.

## INTRODUCCIÓN

El hongo ostra (*pleurotus ostreatus Jacq*), desempeña un papel crucial en los ecosistemas, al descomponer materia orgánica como lignina, celulosa y hemicelulosa, ocupando el tercer lugar en producción a nivel mundial, lo que representa 70.000 millones de dólares en el mercado (Narváez, 2023). En Ecuador, se han llevado a cabo estudios en laboratorio para analizar qué tan eficiente es el cultivo de hongos, al utilizar materiales como bagazo de caña, aserrín y afrecho de trigo. No obstante, los estudios en donde se realicen combinaciones de diferentes sustratos son escasos, lo que deja espacio para futuras investigaciones en este campo (Cruz et al., 2020).

El hongo ostra es un alimento que tiene gran contenido nutricional. El cual contiene un 26 % de proteínas, 57 % -61 % de carbohidratos, 0.9 % -1.8 % de grasas y 11.9 % de fibra. Además, aporta vitaminas como la tiamina, niacina, y vitamina C, y minerales como el calcio, fósforo y potasio. Gracias a estos compuestos y al hecho de que se cultiva sin el uso de agroquímicos, su consumo es una opción saludable que puede contribuir a prevenir enfermedades y fortalecer el organismo (Cruz et al., 2020).

El cultivo de hongos ostra, se destaca frente a otros hongos comestibles, en aspectos como la facilidad del cultivo; una de sus ventajas principales es que pueden crecer sobre una gran variedad de residuos lignocelulósicos, que en su mayoría son fáciles de conseguir y suelen tener bajos costos, porque provienen de producciones agrícolas, agroindustriales y forestales; como ejemplo de ello tenemos pajas de cereales, rastrojos, cáscaras y bagazos, lo que facilita su producción y hace que sea accesible y sostenible (Vásquez, 2022).

La producción de hongos es sostenible, además aporta gran valor nutricional, tiene un impacto positivo en la economía, y en el ambiente, al aprovechar residuos para producir este cultivo. En este marco se evalúa la producción de hongos ostra (*Pleurotus ostreatus Jacq*) mediante el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos como, la paja de trigo y cebada, rastrojos de maíz y de papa evaluando el desarrollo del cultivo, el rendimiento y el beneficio costo; con la finalidad de ofrecer información que beneficie a los agricultores.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ONU, considera que la tasa de crecimiento para el año 2025 será de 9.8 mil millones de habitantes a nivel mundial, significa que para satisfacer la demanda se necesitará producir un 50% más de alimentos. En un mundo en continuo crecimiento, garantizar la seguridad alimentaria representa uno de los desafíos más importantes de nuestra era, por esta razón, resulta fundamental identificar alternativas sostenibles, sin perjudicar a la biodiversidad y al medio ambiente (YARA, 2023).

Según Vásquez (2022) la contaminación ambiental es un problema que existe en todo el mundo, en donde las inadecuadas prácticas agrícolas forman parte de la misma, porque no se da un buen manejo a los residuos postcosecha, debido a que se arrojan en basureros de recolección general, o se queman y como resultado generan gases como el dióxido de carbono y monóxido de carbono que provocan contaminación. Es importante mencionar que si se deja una elevada cantidad de residuos; promueve la aparición de plagas y enfermedades, que pueden afectar a los siguientes cultivos, pero tampoco se debe eliminar todos los residuos porque influyen en la salud del suelo y en la retención del carbono (Cherlinka, 2024).

Según Vallejo et al (2017) en Ecuador el limitado conocimiento sobre la producción de hongos, se debe a la falta de promoción, información y difusión de este cultivo. No es una labor tan aprovechada en el país, lo que tiene que ver con los hábitos alimenticios de la población y su desconocimiento, por ello existen producciones pequeñas ya que la demanda del hongo ostra es reducida, al no ser un ingrediente tradicional, en donde emplean sus productos para su autoconsumo y lo sobrante es destinado a la venta (Carranza et al., s.f.).

En la provincia del Carchi hay poca diversificación de cultivos, esto se debe a la falta de conocimiento sobre la implementación de otros productos agrícolas, a mercados limitados y al riesgo de adaptación climática de especies diferentes. En esta provincia

se produce papa, maíz, arveja entre otros; sin embargo, se destaca el monocultivo de papa que representa el 40% de abastecimiento a nivel nacional (León, 2020).

Según Coyago (2024) en el Cantón Huaca se practica una agricultura que se basa en el monocultivo de papa y pastos, en donde se aplica un exceso de productos químicos, ya que estos sistemas dependen en gran parte de estos recursos, por lo cual no es sostenible. De igual manera la monocultura ha impactado negativamente al ambiente, dando como resultado un descenso en la producción, cambios en el ciclo del agua, pérdida de biodiversidad y fertilidad del suelo (Parra, 2019).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué sustrato será el más eficiente para producir hongos ostra (*Pleurotus ostreatus* jacq), de tal manera que, se obtenga una producción sostenible, y con beneficios económicos en el Centro experimental San Francisco – Huaca en el mes de marzo?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El cultivo de hongos es una labor que se ha ido realizando desde hace más de 200 años, durante los últimos años la producción ha aumentado, lo que representa aproximadamente 70.000 millones de dólares en el mercado global. Se obtiene 797000 toneladas al año en el cultivo de hongos ostra, el cual se encuentra en tercer lugar entre los hongos comestibles a nivel mundial. Mismos que pueden crecer en gran diversidad de sustratos de origen agrícola o de industrias forestales, por ello se debería implementar proyectos con el fin de aprovechar sus beneficios y contribuir al desarrollo económico del país (Tinoco, 2022).

Producir hongos ostra es una solución a la gran demanda de alimentos, ya que es un cultivo sostenible e innovador, en donde no es necesario la aplicación de insumos agrícolas, se puede implementar en espacios pequeños, poseen un gran contenido nutricional, se cultivan en gran variedad de residuos agrícolas, requieren de bajos costos de producción ofreciendo productos de alta calidad y precios accesibles de comercialización para toda la población; contribuyendo de esta manera en la seguridad alimentaria de la población (Calero, 2018).

Recolectar los residuos lignocelulósicos en producciones agrícolas es una solución a la contaminación ambiental, ya que pueden ser empleados con el fin de aprovechar sus

características fisicoquímicas como sustratos base para producir el cultivo de hongos ostra, además al acopiar estos residuos se evita la presencia de plagas y enfermedades en cultivos posteriores y se obtiene un producto con alto contenido nutricional (Cueva, 2018).

Informar, promocionar y difundir conocimientos sobre la producción de hongos es una alternativa al limitado conocimiento sobre su explotación en el país, porque ayuda a que la población tenga más información sobre este cultivo, específicamente en la cantidad de sustratos que se pueden obtener fácilmente para su producción, el ciclo del cultivo, la importancia que tienen en el aspecto medicinal, económico y nutricional, ya que ofrecen una alimentación saludable, con el fin de obtener una cultura de consumo en el país, aprovechando sus beneficios y emprender en proyectos que aporten en la economía, a nivel nacional e internacional al producir en grandes cantidades (Ruilova et al., 2020).

La diversificación de cultivos es una alternativa al monocultivo, ya que garantiza una producción sostenible de cultivos al no emplear agroquímicos; es por ello que es necesario implementar cultivos sostenibles no tradicionales, que generen nuevos ingresos, como es el caso del cultivo del hongo ostra que no requiere del uso de agroquímicos, emplea sustratos de fácil acceso, no necesita de espacios grandes, tiene grandes beneficios al incluirlos a la dieta, y se puede desarrollar a nivel local, regional o nacional (Díaz, 2023).

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

Producir hongos ostra *Pleurotus ostreatus* Jacq. mediante el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en el "Centro Experimental San Francisco"

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar el tratamiento que permita un mejor desarrollo en el cultivo del hongo ostra.
- Determinar cuál es el sustrato más eficiente para obtener el mejor rendimiento en la producción del hongo ostra.

- Analizar el costo/beneficio entre los tratamientos de estudio *para conocer cuál es el sustrato más eficiente en el cultivo del hongo ostra Pleurotus ostreatus Jacq.*

#### 1.4.3. Preguntas de Investigación

*¿Qué tratamiento permitió obtener un mejor desarrollo en el cultivo del hongo ostra?*

*¿Qué residuos lignocelulósicos son los más adecuados para obtener un mayor rendimiento en la producción del hongo ostra?*

*¿Cuál fue el mejor tratamiento en cuanto al costo beneficio en el cultivo del hongo ostra Pleurotus ostreatus Jacq?*

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Tinoco (2022) investigó sobre la "Evaluación de la desinfección y eficiencia de sustrato para la producción del hongo ostra rosado (*pleurotus djamor b*) con residuos agro forestales en san José de chaltura". El objetivo fue evaluar la desinfección y eficiencia del sustrato para la producción del hongo ostra rosado, en las siguientes variables: determinar el número de fundas contaminadas, identificación de microorganismos que provocan contaminación, rendimiento, EB, número de cuerpos fructíferos, y el análisis costo/beneficio. En donde los resultados mostraron que la pasteurización de vapor e inmersión son eficientes; por otra parte, en el rendimiento y eficiencia biológica se observó los mejores resultados en el tratamiento T4 (rastrajo de maíz) pasteurización a vapor con un valor de 208 gr.

Vásquez (2022) investigó sobre la "producción de hongos gourmet (*pleurotus ostreatus jacq.*) a través del aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en la granja la pradera", y el objetivo fue evaluar la producción a través del aprovechamiento de los sustratos. En un diseño de bloques completos al azar con 18 tratamientos, en cuatro sustratos, en concentraciones de (30:70, 50:50, 70:30). Se evaluaron variables: duración de las etapas fenológicas, número de colonias maduras, eficiencia biológica, rendimiento y rentabilidad. Dando como resultado que todos los tratamientos colonizaron sin contaminación, por otra parte, se observó que la segunda fructificación fue más rápida que la primera, con cosechas entre 6-7 días. En cuanto al rendimiento y EB, los mejores tratamientos fueron T1, T2, T3, T4 y T5. T6 y T8 con medias de 512 g y 525 g (Rendimiento) y 77.60% y 72.86% (E.B); en cuanto a B/C los mejores tratamientos fueron T3, T4 y T5.

Filippi et al. (2019) realizaron su proyecto acerca del "Control de contaminantes durante el proceso de producción de hongos comestibles". Con el objetivo de controlar la contaminación de la producción al combinar dos tratamientos, en donde se trabajó con orujo de manzana, mediante la pasteurización en autoclave, en el T1 se usó agua

destilada para humedecer el sustrato por 24 horas a diferencia del T2 en donde se usó agua destilada y se añadió ácido paracético al 5% en un rociador, en el sustrato, materiales y en áreas de incubación y fructificación, los mejores resultados se observaron en el T2 al añadir ácido acético al proceso de esterilización del sustrato porque permitió cosechar hongos libres de contaminantes, lo cual mostro que la combinación resulto efectiva, para asegurar el control de la contaminación durante la producción.

Khan et al. (2021) estudiaron sobre el "Efecto de los residuos de maíz y sustratos de aserrín sobre el crecimiento y rendimiento del hongo ostra *pleurotus sapidus*". Con el objetivo de evaluar la eficiencia de residuos como sustratos para la producción. Se evaluó variables: desarrollo de las semillas, formación de las cabezas de alfiler, número de cabezas de alfiler, desarrollo de cuerpos fructíferos, rendimiento y eficiencia biológica en 5 tratamientos. Los mejores resultados se obtuvieron en el T1 que influyo considerablemente en gran parte de las variables de crecimiento en comparación a los otros tratamientos. De igual manera, el T1 produjo un excelente rendimiento de 444 g y tuvo una eficiencia biológica de 88.8%, a diferencia del T5 que produjo un menor rendimiento (263 g) y una eficiencia biológica de 52.6%.

Lopez (2015) ejecutó una investigación del "efecto del aserrín de bolaina (*guazuma crinita*) y cáscara de cacao (*theobroma cacao l.*) en la producción de *pleurotus ostreatus*". Cuyo objetivo fue evaluar el efecto del aserrín de bolaina y la cáscara de cacao en los aspectos productivos del hongo ostra. En donde estudio 4 tratamientos, y se evaluaron variables: precocidad de incubación, número, diámetro y longitud de pie de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica, rendimiento y análisis bromatológico. Se observaron los resultados más eficientes en el T2, T3 Y T4 en variables como el diámetro y longitud de carpóforos, el mejor promedio en el número de carpóforos se dio en el T4, en eficiencia biológica y rendimiento el mejor tratamiento fue el T2, el mejor tratamiento con mayor contenido nutricional fue el T4, también en el T4 se observó más contenido en cenizas y fibra, en el T2 se presenció mayor contenido de carbohidratos y grasas y en el T1 se mostró mayor proteína bruta.

Santillán & Morocho (2018) realizaron su investigación sobre la "Evaluación de sustratos lignocelulósicos para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), en la parroquia

Tarqui". El objetivo fue identificar cual tratamiento permite incrementar el rendimiento y obtener mayor EB. Se aplico un DBCA en 5 tratamientos. Se estudio algunas variables como: PH de los sustratos, % de humedad de los sustratos, tiempo de colonización, tiempo de aparición y maduración de cuerpos fructíferos, número de cuerpos fructíferos, peso fresco total, longitud de cuerpos fructíferos, % E.B., rendimiento y humedad del hongo. Se obtuvo los siguientes resultados de producción solo en el T3, con EB del 40.36% en la primera cosecha, el cual, se proyectó a 3 cosechas y alcanzo una EB de (80%) y se obtuvo rendimiento de 10.24 kg/m<sup>2</sup>. La relación beneficio/costo fue 2.02USD por ello se concluyó que fue el mejor sustrato para producir hongos ostra.

Calero (2018) realizó una investigación sobre la "Valoración del crecimiento del hongo Ostra Rosado (*Pleurotus djamor*) sobre formulaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales de la provincia de Cotopaxi para producir setas en la empresa ASOPROTEC". Con el fin de valorar el crecimiento del hongo en distintos sustratos para conocer en cuál de ellos se dio más productividad. Las variables estudiadas fueron: el tiempo de aparición de primordios, el diámetro en carpóforos, la velocidad en el crecimiento, EB y rendimiento. Los resultados mostraron que el tamo de maíz fue el mejor sustrato para el crecimiento y producción con un promedio de 20 días, en la primera cosecha los hongos obtenidos de este sustrato tuvieron un crecimiento de 8.1 cm. de diámetro, en cuanto a la E.B. se obtuvo el 38.86 % y rendimiento de 9.86 %, en la relación costo beneficio se obtuvo un promedio de 2.12.

Pereyda et al. (2020) realizaron una investigación con el tema "*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, variedades BGAT Y B2 en rastrojo de maíz en Xochapa, Méx". Con el objetivo del evaluar el potencial de 2 variedades de hongos con la incorporación de distintos porcentajes de micelio. Emplearon un diseño de bloques al azar con dos tratamientos B2 al 3%, B2 al 5% de concentración de inoculo y testigo (BGAT 5%), con 5 repeticiones. Evaluaron variables como: la precocidad, número de primordios, rendimiento y EB. En los resultados se evidencio la BGAT al 5% (testigo) obtuvo diferencias en los días de emergencia de primordios. En rendimiento y E.B. la variedad B2 al 5% aportó mayor producción, supero a BGAT 5% y B2 3%, en 3.29 y 43.73% respectivamente.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*)

El hongo ostra es un organismo con alta calidad nutricional y medicinal que es consumido a nivel mundial. El mismo que no puede hacer la fotosíntesis porque no tiene clorofila, por lo cual obtiene los nutrientes de los sustratos. Llamado ostra debido a la forma y color del carpóforo, aunque también son conocidos como auriana, orellanas, seta de concha, gírgolas y orejón (Vásquez, 2022).

#### 2.2.1.1. Origen

El cultivo de hongos gourmet se dio hace más de doscientos años, en Europa y Asia, en cultivos de champiñón y shiitake. En cuanto al primer cultivo de hongos ostra, se dio a mediados de los años 70 a nivel mundial. Dentro del reino fungí existen aproximadamente 70.000 especies de hongos, de las cuales alrededor de 5000 son comestibles (Calero, 2018).

#### 2.2.1.2. Taxonomía del hongo *Pleurotus ostreatus*

**Tabla 1.** Taxonomía.

|             |                      |
|-------------|----------------------|
| Reino:      | Fungi                |
| División    | Basidiomycota        |
| Subdivisión | Basidiomycotina      |
| Clase       | Basidiomycetes       |
| Subclase    | Holobasidiomycetidae |
| Orden       | Agaricales           |
| Familia     | Tricholomataceae     |
| Género      | Pleurotus            |

**Fuente:** (Donado, 2014).

#### 2.2.1.3. Características fisiológicas.

Los hongos (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) tienen la capacidad para degradar las moléculas de carbono como la lignina, celulosa y hemicelulosa; absorbiendo los nutrientes de los sustratos, que contribuyen en el desarrollo del micelio. Además, necesitan una fuente de carbono porque no pueden realizar el proceso de la fotosíntesis (Vásquez, 2022).

#### 2.2.1.4. Características Morfológicas.

El sombrero del hongo ostra mide entre 5-25 cm de diámetro, es convexo y a veces casi plano en la madurez; cuando es joven tiene la superficie lisa, con tonos entre

blanquecinos, azulados o grises, la carne es blanca. Lámina formada por agallas de color blanco, el tallo es grueso, corto y mide entre 0.5-3.0 cm (Lopez, 2015).

## 2.2.2. Importancia del cultivo de (*Pleurotus ostreatus* Jacq.)

### 2.2.2.1. Propiedades nutricionales

El alto valor nutricional que tiene el hongo ostra ha permitido que sea catalogado como carne vegetal, ya que presenta el doble del contenido en proteínas en relación a los vegetales, también posee un alto contenido en ácido fólico, riboflavina, cobalamina, vitaminas, piridoxina, tocoferol, ácido ascórbico y ácido nicotínico, además actúa como una fuente de fósforo y de calcio. También contiene ácidos grasos esenciales entre ellos el palmítico, oleico y linoléico (Vallejo et al., 2017).

Los hongos ostra son muy valorados por su sabor característico, por su alto contenido nutricional, gracias a la presencia de zinc, cobre, proteína, fibra dietética, potasio, vitamina B, bajo contenido en colesterol y sodio, alto contenido en minerales. El porcentaje de proteína varía en el hongo ostra dependiendo de la especie, con promedios entre 12%-35% (Quintana et al., 2024).

### 2.2.2.2. Propiedades medicinales

El hongo ostra es considerado como un probiótico de calidad, por ello ayuda al organismo a combatir enfermedades entre ellas virales y bacterianas, haciendo que el sistema inmune elimine agentes externos que pueden provocar desequilibrio en la salud. Además, el bajo contenido en sodio y grasa, son fuentes muy importantes para los padecimientos cardiovasculares, hipertensión, también ayudan a combatir problemas digestivos o la obesidad (Vásquez, 2022).

Por otro parte, el hongo ostra tiene polisacáridos en su estructura que tienen la capacidad de reducir o retardar el crecimiento de células cancerosas y tumorales. Además, poseen betaglucanos, ácidos grasos, lectinas, terpenoides, policétidos, etc. Los que actúan como antivirales, antibióticos, hipocolesterolémicas, antiinflamatorios, inmunomoduladores, y antitumorales (Vásquez, 2022).

## 2.2.3. Características generales del cultivo del hongo ostra

#### 2.2.3.1. Ambiente

Para obtener un desarrollo eficiente del hongo ostra, tanto en su etapa vegetativa como reproductiva, es esencial contar con ambientes adecuados, en donde se puede controlar factores como la humedad relativa, temperatura, ventilación, luz y concentración de dióxido de carbono (Vásquez, 2022).

#### 2.2.3.2. Temperatura

La temperatura es un componente esencial para lograr un óptimo desarrollo del hongo, la cual no debe estar a menos de 5 °C, ni a más de 40 °C, en la fase micelial ya que el micelio moriría (Vásquez, 2022).

la temperatura cambia en cada etapa del cultivo, por ello, en la fase micelial los hongos ostra necesitan una temperatura entre 20 a 30 °C; mientras que, en la fase de fructificación, la temperatura se debe mantener entre 10 y 16 °C con el fin de inducir la formación de primordios (Vásquez, 2022).

#### 2.2.3.3. Humedad

Durante todo el cultivo de hongos ostra, la humedad del sustrato debe estar entre 60-75%, la humedad relativa en la etapa reproductiva debe estar entre 80-100%, y la humedad relativa debe estar entre 60% - 70% en la etapa de incubación y la humedad ambiental debe ser de 70-90% en las dos etapas que tiene el hongo(Aguinaga, 2012).

Al manejar correctamente este factor el cultivo de hongos se hace más resistente a contaminaciones, ayuda a prevenir daños en los primordios y el sustrato. Es muy recomendable regar agua en paredes y pisos para aumentar; así la humedad ya que el hongo ostra absorbe la humedad del ambiente para su desarrollo(Aguinaga, 2012).

#### 2.2.3.4. Iluminación

Vásquez (2022)menciona que en la etapa vegetativa el hongo (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) requiere de total oscuridad; no obstante, en la etapa reproductiva necesita luz indirecta. La luz tiene relación con el color del hongo, lo que significa que, si la misma es intensa, el hongo tendrá un color más claro, se secará y sus troncos serían alargados mientras que con poca luz se daría baja producción en el cultivo.

#### 2.2.3.5. Ventilación

Los hongos ostra (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) necesitan de aire fresco para su crecimiento ya que son organismos aerobios. Demasiada ventilación puede provocar endurecimiento del sustrato y pérdida de agua, y si la ventilación es menor, se retrasa el crecimiento del hongo y da origen a mal formaciones de los hongos (Vásquez, 2022).

#### 2.2.3.6. Cultivo en fundas de polipropileno

El cultivo de hongos ostra en fundas de polipropileno es el más usado a nivel mundial; debido a que hay bolsas de distintos tamaños, a bajo costo y se usan una sola vez. Se debe hacer perforaciones en las fundas cerradas para evitar condiciones anaerobias. No se recomienda usar fundas de negras u opacas ya que no es posible observar el desarrollo del micelio y contaminaciones (Donado, 2014).

#### 2.2.4. Etapas del cultivo.

En esta investigación, el proceso del cultivo del hongo ostra comprende:

##### 2.2.4.1. Preparación de los sustratos

Los residuos lignocelulósicos que se van a emplear como sustratos deberían tener un tamaño correcto para obtener un excelente desarrollo del hongo. Los sustratos se deben picar a una medida de 2.5 a 5 cm, con el fin de mejorar la estructura física del mismo, que ayuda en la oxigenación, facilitan la invasión micelial y mejoran la acción enzimática del hongo ostra (Vásquez, 2022)

De acuerdo con Vásquez (2022) si la partícula es demasiado pequeña, puede dar origen a la compactación en el sustrato; pero si la partícula es demasiado grande, no ayudara retener la humedad del sustrato.

##### 2.2.4.2. Pasteurización

la Pasteurización es un proceso térmico, que se realiza con el fin de eliminar organismos que compiten con el hongo por nutrientes y espacio. La manera más común para pasteurizar es al usar agua caliente a 90°C (por inmersión), que usualmente se realiza en tanques metálicos en donde se introducen los sustratos, pero también hay otro tipo de

pasteurización la cual se hace a vapor en donde se pone una parrilla dentro del tanque metálico a 20 cm de altura (Aguinaga, 2012).

El tiempo para la pasteurización depende de la calidad del sustrato, ya que, si es limpio, puede ser suficiente con 30 a 45 min a 90 °C; pero, si el sustrato está contaminado y además es antiguo, se debe aumentar el tiempo de pasteurización (Aguinaga, 2012).

#### 2.2.4.3. Siembra

La siembra es un proceso que se realiza sobre una mesa, que debe ser desinfectada con alcohol que este al 90% antes de la siembra, porque sobre ella se coloca el sustrato previamente pasteurizado y escurrido para después embolsar y aplicar aditivos. Además, es importante evitar el ingreso de aire en el área para evitar contaminaciones (Vásquez, 2022).

El micelio se distribuirá uniformemente teniendo cuidado con las esquinas de la bolsa, no dejar zonas sin micelio y otras con exceso del mismo. El micelio se coloca en cada bolsa en relación al peso del sustrato 5% (Tinoco, 2022).

#### 2.2.4.4. Colonización o incubación

La colonización se basa en brindar al hongo ostra *pleurotus ostreatus* Jacq. las condiciones esenciales para un excelente desarrollo, haciendo que el mismo colonice el sustrato por completo en un tiempo aproximado de 15-30 días, a una temperatura entre 20 a 28 °C, bajo un intercambio gaseoso, humedad (60 -80%) en un ambiente oscuro (Vásquez, 2022).

#### 2.2.4.5. Inducción

De acuerdo con Aguinaga (2012) la inducción se basa en el estímulo que se ofrece al hongo ostra para que forme los primordios que aparecen entre 10 a 14 días después de la siembra, por lo cual se debe hacer perforaciones sobre la bolsa, o se coloca un tubo de PVC en la parte superior de la bolsa, una vez colonizadas las bolsas son organizadas en estantes de varios niveles, o colgadas del techo mediante cuerdas, y se clava las bolsas en postes verticales fijos al suelo.

#### 2.2.4.6. Producción o fructificación

En la etapa de producción, se desarrollan los carpóforos, que crecen en grupos que contienen varios ejemplares y completan su desarrollo entre 4 a 6 días desde la aparición

de los primeros los primeros primordios o botones. Si el porcentaje de humedad baja de 80% los carpóforos se deshidratan y se parten los bordes, y si la humedad es excesiva puede dar origen a contaminación por bacterias y hongos, para evitar esto se debe dar riegos en el piso y paredes (Aguinaga, 2012).

#### 2.2.4.7. Cosecha

Según Vásquez (2022) la cosecha de hongos ostra se realiza cuidadosamente a mano. Para retirarlos, se toma la colonia desde la base y se mueve suavemente de arriba hacia abajo hasta desprenderla del sustrato. Es importante que los hongos estén en el punto óptimo lo cual se observa cuando el sombrero está bien formado, firme y completamente extendido, sin que los bordes se doblen hacia arriba.

#### 2.2.5. Problemas del cultivo

##### 2.2.5.1. Plagas y enfermedades

Según Tinoco (2022) el cultivo de hongos ostra es particularmente susceptible a las plagas debido a las condiciones de alta temperatura y humedad, que crean un ambiente ideal para el desarrollo de enfermedades. Entre las plagas más comunes se encuentran tres especies de moscas: (*Coboldia fuscipes* M), (*Lycoriella ingenua* D,) y (*Megaselia tamilnadensis* D); así como dos tipos de ácaros: (*Histiostoma spp*) y (*Tarsonemus bilobatus* S.)

Las plagas provocan daños en sus estadios larvarios, ya que se alimentan del micelio, y por ello baja la producción, también pueden formar galerías que generan la putrefacción dañando la calidad del producto. La presencia de plagas afecta, al causar enfermedades que se producen por hongos, virus y bacterias. Las contaminaciones más comunes son ocasionadas por el *Trichoderma* (Tinoco, 2022).

##### 2.2.5.2. Relación carbono/nitrógeno

Según Vásquez (2022) los hongos requieren de nutrientes que se obtienen de fuentes de carbono, nitrógeno y compuestos orgánicos e inorgánicos, la cantidad que necesitan depende de la variedad, en el caso del hongo ostra se necesita menos nitrógeno y más carbono.

## 2.2.6. Residuos lignocelulósicos

### 2.2.6.1. Composición química de los residuos

Los residuos lignocelulósicos presentan diversas características mismas que dependen de la materia prima. Sin embargo, todos los residuos comparten una cualidad esencial; que es el alto contenido en materia orgánica, compuesta por distintos porcentajes en celulosa, hemicelulosa y lignina (Vásquez, 2022).

#### 2.2.6.1.1 Celulosa

Según Vásquez (2022) la celulosa es un compuesto que se encuentra en los residuos lignocelulósicos, el cual está formado por un polímero de residuos de D-glucosa conectados mediante enlaces  $\beta$ -1.

#### 2.2.6.1.2. Hemicelulosa

La hemicelulosa está formada por cadenas cortas de polímeros heterogéneos, que incluyen azúcares de seis carbonos y cinco carbonos. Por otra parte, los hongos tienen la capacidad de descomponer la hemicelulosa gracias a la producción de enzimas especializadas, como galactanasas, xilanasas, glucanasas, manasas y arabinasas (Vásquez, 2022).

#### 2.2.6.1.3. Lignina

Según Vásquez (2022) la lignina es un polímero, de alto peso molecular, insoluble y globular, formado por unidades de fenil propano cuyos enlaces son fáciles de hidrolizar químicamente a través de enzimas. Por otro lado, los hongos pueden degradar este compuesto por medio de la producción de enzimas como manganeso peroxidasa, lignina peroxidasa y lacasa.

## 2.2.7. Materias primas

### 2.2.7.1. Rastrojo de papa:

El rastrojo de papa es un residuo que queda después de haberse realizado la cosecha, tiene alto contenido en materia orgánica. A pesar de que posee bajo valor nutritivo para el consumo humano o animal, puede ser complementado con otros materiales o aditivos para mejorar sus propiedades como sustrato (INIA, 2016).

#### 2.2.7.2. Rastrojo de maíz:

El maíz es una de las principales gramíneas cultivadas a nivel mundial. Su uso es amplio, especialmente en la producción de alimentos, en la alimentación animal, como rastrojo forrajero y en el proceso de ensilaje. Después de la cosecha de las mazorcas, el rastrojo que queda se usa como forraje para el ganado, como abono al incorporarlo al suelo para la siguiente siembra y en muchos casos, este material también es amontonado y quemado (Tinoco, 2022).

#### 2.2.7.3. Paja de trigo:

La paja de trigo es un residuo agroindustrial que se produce durante la extracción de los granos de este cereal, que se produce en grandes cantidades y debido a que tiene un bajo valor comercial, es quemado en grandes cantidades. La paja de trigo contiene celulosa (28-42 %), hemicelulosa (23-38%) y lignina (12-21%), en este residuo la cal actúa como un agente antibacteriano que mata los microorganismos que pueden ser competencia para el hongo ostra (Aguinaga, 2012).

#### 2.2.7.4. Paja de cebada:

La paja de cebada es un subproducto fibroso que se obtiene después de la cosecha. Aunque es muy abundante, su valor nutritivo es bajo. En Ecuador, se producen aproximadamente 24,000 toneladas al año de cebada, de las cuales el 40% se destina tanto para la alimentación animal como humana. Sin embargo, la paja de cebada se caracteriza por tener un alto contenido de lignina (Narváez, 2023).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

El presente proyecto de investigación tiene un enfoque cuantitativo, el mismo que consiste en la recopilación de datos y análisis estadístico de los resultados de cada una de las variables de la investigación, en dónde se evaluó factores como: fundas contaminadas, tiempo de corrida del micelio, días a la formación de primordios, peso a la cosecha, ancho colonias, número de colonias maduras, número de carpóforos, largo del tallo o pie, días a la cosecha y el análisis costo /beneficio; con el fin de demostrar si es factible el uso de combinaciones de los 4 sustratos empleados de la zona para la implementar un cultivo de hongos ostra.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación fue de carácter experimental, el ensayo se llevó a cabo en el invernadero; en donde se realizó combinaciones de sustratos en distintas concentraciones para el cultivo de hongos otra, con relación al desarrollo y rendimiento. Con el fin de determinar cuál fue la mejor combinación para obtener los resultados esperados en el cultivo, con un diseño completamente al azar (DCA).

#### 3.2. HIPÓTESIS

H1: La utilización de residuos lignocelulósicos provenientes de cosechas de la zona, influye positivamente en la producción de hongos ostra (*Pleurotus ostreatus* Jacq.)

HO: La utilización de residuos lignocelulósicos provenientes de cosechas de la zona, no influye positivamente en la producción de hongos ostra (*Pleurotus ostreatus* Jacq.)

### 3.3. Definición y operacionalización de las variables

#### 3.3.1. Definición de las variables

Las variables evaluadas en la presente investigación fueron:

- **Variable independiente:** Diferentes combinaciones de sustratos con residuos lignocelulósicos
- **Variable dependiente:** Producción de hongos ostra (*Pleurotus ostreatus jacq.*)

### 3.3.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 2.** Operacionalización de las variables.

| Variable  | Dimensión  | Indicadores   | Técnica   | Instrumento                     |
|---|--|---|---|---------------------------------|
| <b>Variable independiente:</b><br>Diferentes combinaciones de residuos lignocelulósicos         | Residuos lignocelulósicos: (combinaciones de 4 de sustratos)                               | 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo<br>50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz<br>50% rastrojo de papa+50% paja de cebada,<br>50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo<br>50% paja de cebada+ 50% paja de trigo | En bolsas de polipropileno se llenó 1kilo de sustrato, en donde se sembró 100 gramos del hongo ostra. | Balanza                         |
|   | -Rastrojo de papa  | 50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada  |   | Costales                        |
|   | -Rastrojo de maíz  | 25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada,  |   | Libreta                         |
|   | -Paja de trigo   | 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada  |   | Ligas                           |
| <b>Variable dependiente:</b><br>Producción de hongos ostra ( <i>Pleurotus ostreatus jacq.</i> ) | -Paja de cebada  |   |   | pala                            |
|   | Fundas contaminadas  | Se determinó al observar cada bolsa en cada uno de los tratamientos, en donde se registró la contaminación por organismos competidores.   | Observación y registro  | Cámara, lupa y libreta de campo |
|   | Tiempo de corrida del micelio  | Se determinó con el número de días que se demoró el hongo en miceliar al 100% el sustrato desde el día de la siembra.   | Observación y registro  | Libreta, cámara                 |
|   | Días a la formación de primordios,   | Se determinó con el número de días en el que se observó la aparición de primordios, a partir del cambio de condiciones, y en la segunda y tercera cosecha el día cero inicia con la cosecha del ciclo anterior.       | Observación y registro  | Libreta, cámara                 |
|   | Peso a la cosecha  | Se tomó el peso en gr de las colonias con la ayuda de una balanza de cada tratamiento, duran55552te cada cosecha.   | Pesaje en gr con una balanza y registro   | Balanza, libreta, marcador      |
|   | Ancho colonias   | Se midió las colonias de cada una de las bolsas en todos los tratamientos (desde un extremo de la colonia al otro).   | Medición y registro   | Cinta métrica y libreta         |
| Número de colonias maduras  | Se realizó el conteo manual de colonias maduras de cada bolsa en el momento de la cosecha. | Conteo manual de las colonias y registro.   | Libreta   |                                 |

|                      |  |  |                         |
|----------------------|--|--|-------------------------|
| Número de carpóforos | Se realizó el conteo de carpóforos de cada una de las bolsas en cada tratamiento en cada cosecha.                                | Conteo y registro                        | Libreta                 |
| Largo del tallo      | Se efectuó la medición en cm del tallo en cada bolsa, desde el comienzo del tallo hasta el límite del carpóforo.                 | Medición y registro                      | Cinta métrica y libreta |
| Días a la cosecha    | Se tomó en cuenta, desde la aparición de primordios hasta la maduración del hongo que se da en la etapa de la cosecha.           | Observación<br>Conteo de días y registro | Libreta                 |
| Costo /beneficio     | Se registró datos numéricos durante las tres cosechas y se realizó el análisis costo/ beneficio de cada uno de los tratamientos. | Análisis de costo-<br>beneficio          | Libreta y Laptop        |

---

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Métodos

En la investigación se describió la manera en la que se seleccionaron los métodos, para con ello lograr apreciar la relación de los mismos con los objetivos y antecedentes.

#### 3.4.2. Localización de la investigación

La presente investigación se efectuó en el invernadero "Centro Experimental San Francisco" que pertenece a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, y se encuentra a una altitud de 2932 msnm, con un promedio de temperatura de alrededor de 12.7° C, con un 79% de humedad relativa y anualmente con una precipitación de entre 779 – 1200 milímetros en el Cantón San Pedro de Huaca ubicado en la Provincia del Carchi (Castillo, 2022).



**Figura 1.** Localización del ensayo  
**Fuente** (Morales, 2024).

#### 3.4.3. Superficie del ensayo

La presente investigación tuvo una superficie total de 50m<sup>2</sup>, con medidas de 10m de largo y 5m de ancho. Se dividió en 48 unidades experimentales en cada estantería, con medidas de 60cm x 4m en cada una, con caminos de 60 cm entre ellas.

### 3.4.4. Descripción y características del experimento

En la investigación se implementó un diseño completo al azar (DCA). El cual se conformó por 8 tratamientos y 3 repeticiones, en donde cada repetición tenía un total de 6 bolsas, debido a que se pueden dar posibles problemas de contaminación; las bolsas fueron distribuidas en estanterías que tenían 4 niveles; dando un total de 12 fundas por nivel, por lo cual se obtuvo 48 bolsas de sustrato por estanterías, que sumadas en las tres estanterías dieron el total de 144 bolsas de sustrato en toda la investigación. Cada tratamiento fue conformado por 18 bolsas, de las cuales se evaluaron todas, con una distancia entre bolsas de 20cm.

**Tabla 3.** Características del experimento

| <b>Características (DCA)</b>      | <b>Dimensión</b> |
|-----------------------------------|------------------|
| Tratamientos                      | 8                |
| Repeticiones                      | 3                |
| Bolsas por unidad experimental    | 6                |
| Total, de unidades experimentales | 48               |
| Área total                        | 50m <sup>2</sup> |
| Área neta del ensayo              | 50m <sup>2</sup> |
| Área unidad experimental          | 60 cm x 4m       |
| Cantidad total del micelio        | 14 kg            |
| Estanterías                       | 3                |

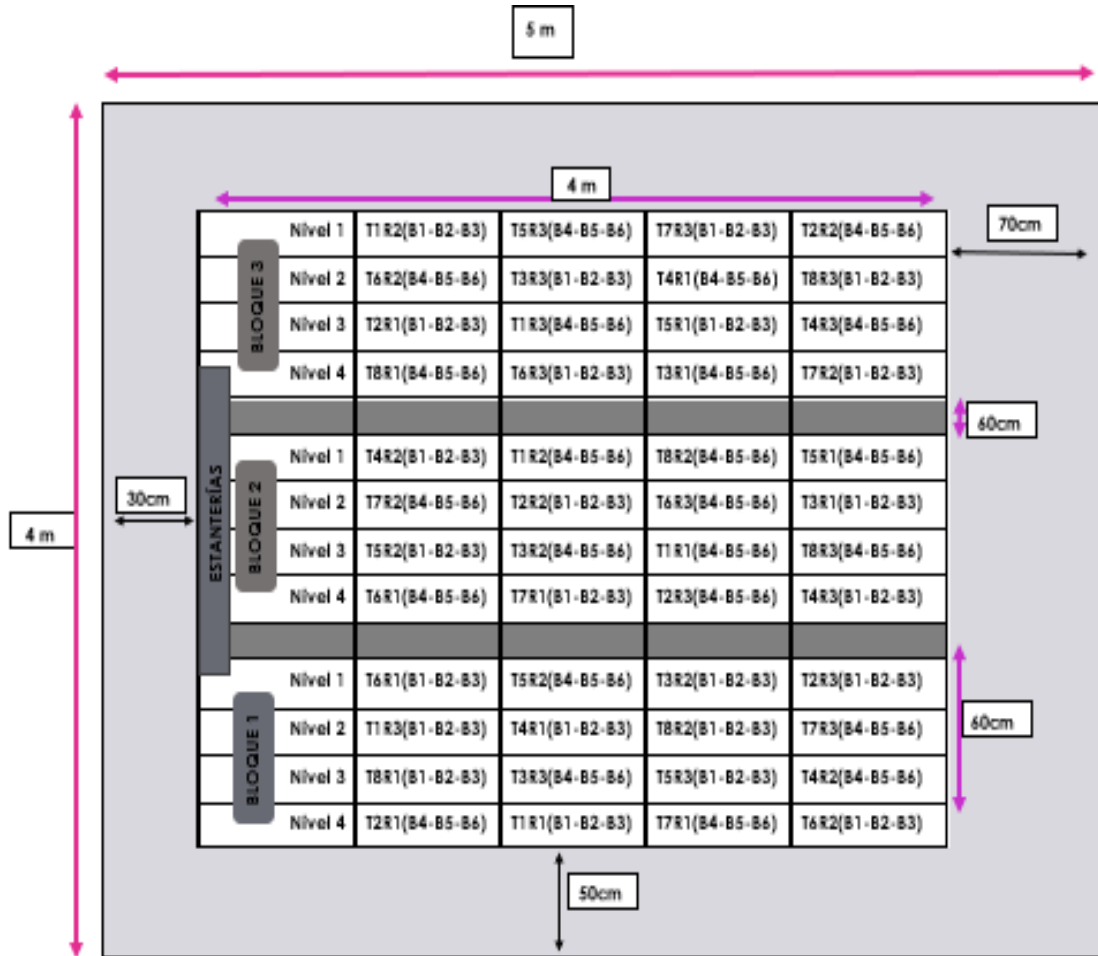
**Fuente:** (Elaboración propia,2024).

#### 3.4.4.1. Unidad experimental

Cada unidad experimental estará conformada por 6 bolsas de sustrato de 2 kg con sus correspondientes combinaciones y concentraciones de residuos lignocelulósicos, las cuales pasaron por distintas etapas con el fin de concluir el ciclo de vida del hongo ostra.

- Descripción de la bolsa: Polipropileno 12 cm x 18cm
- Humedad de la bolsa/sustrato: 60-70%
- pH: 5.5-6.5
- Distancia entre bolsas: 20 cm

### 3.4.4.2. Distribución de tratamientos



**Figura 2.** Diseño experimental (DCA) de la investigación para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* Jacq.

**Fuente** (Elaboración propia, 2024).

### 3.4.4.3. Tratamientos

En la tabla 4 se detalla cada uno de los tratamientos que se utilizaron durante la investigación.

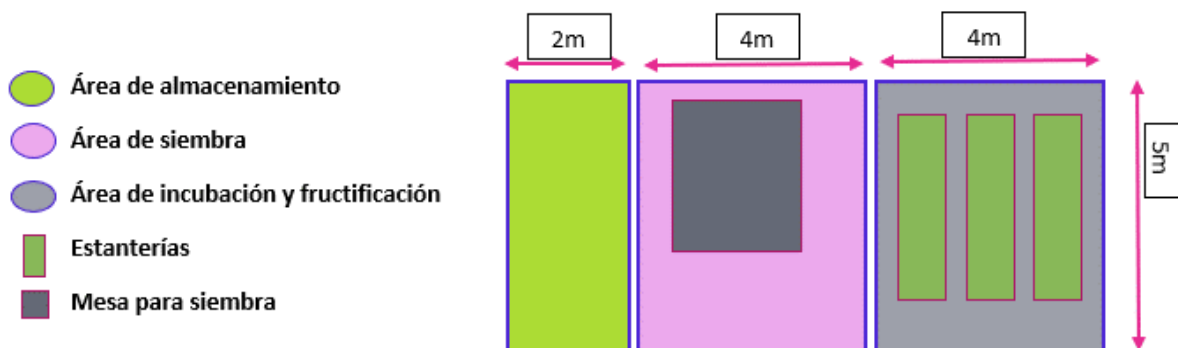
**Tabla 4.** Descripción de los tratamientos empleados en la investigación.

| Tratamientos | Combinaciones  | Concentraciones           |
|--------------|--|---------------------------|
| T1           | Rastrojo de papa+ Paja de trigo                                      | 50 % - 50 %               |
| T2           | Rastrojo de papa + Rastrojo de maíz                                  | 50 % - 50 %               |
| T3           | Rastrojo de papa+ Paja de cebada,                                    | 50 % - 50 %               |
| T4           | Rastrojo de maíz+ Paja de trigo                                      | 50 % - 50 %               |
| T5           | Paja de cebada+ Paja de trigo  | 50 % - 50 %               |
| T6           | Rastrojo de maíz+ Paja de cebada                                     | 50 % - 50 %               |
| T7           | Rastrojo de papa+ Rastrojo de maíz+ Paja de trigo+<br>Paja de cebada | 25 % - 25 % - 25 % - 25 % |
| T8           | Rastrojo de maíz + Paja de trigo +Paja de cebada                     | 33 % - 33 % - 33%         |

### 3.4.5. Manejo del experimento

#### 1. Áreas de producción

Para realizar la investigación se necesitó el área de almacenamiento, área de siembra, área de incubación y área de fructificación, por ello se adecuó los cuartos con las condiciones necesarias para cada etapa del cultivo; en el invernadero del Centro Experimental San Francisco.



**Figura 3.** Distribución de áreas de producción  
**Fuente** (Elaboración propia).

Para el área de almacenamiento, se construyó un cuarto que tenía las condiciones adecuadas de protección contra lluvias y aireación; en donde se almaceno las materias primas, tanques para la pasteurización, materiales empleados para la toma de datos, la indumentaria para evitar contaminación y herramientas.

Para el área de siembra se acondiciono un cuarto con una mesa de apoyo para manejar las bolsas evitando la entrada de corrientes de aire. Junto al área de siembra se acondiciono un cuarto con total oscuridad para la etapa de incubación con temperaturas entre 18-30 °C y la HR de 73-81%. en dónde se selló el ingreso de aire, ya

que debe ser un ambiente limpio; para con ello evitar contaminaciones, al finalizar esta etapa se empleó el mismo cuarto para la fructificación en donde se adecuó con el fin de brindar las condiciones necesarias, ya que se debe mantener la HR en un 80% - 90%, además se retiró el plástico negro de las paredes del cuarto y se reemplazaron con sarán de color claro que brinda luz indirecta y permitió el ingreso de aire al cuarto y redujo la concentración de CO<sub>2</sub>.

En el caso de la temperatura se realizó modificaciones, ya que en la zona las temperaturas oscilan entre los 12 °C, la cual no es muy buena para el desarrollo de los hongos; por ello una solución fue introducir un balde con agua caliente que ayuda a aumentar la temperatura y humedad del cuarto, en las primeras semanas, y en el transcurso de las siguientes semanas el hongo se adaptó lo que se evidencia en los resultados. Es importante mencionar que, para lograr valores adecuados de humedad, se realizaron riegos diarios una vez al día en la etapa de fructificación.

## 2. Recolección de materias primas

Las materias primas que se utilizaron fueron recolectadas en distintos lugares, las cuales tienen distintos porcentajes de contenido en celulosa, hemicelulosa y lignina.

La paja de trigo y de cebada se obtuvieron en San Gabriel; la paja de trigo contiene celulosa (28-42%), hemicelulosa (23-38%) y lignina (12-21%) y la paja de cebada contiene celulosa (35-45%), hemicelulosa (20-25%) y (12-15%) de lignina.

El rastrojo de papa es un sustrato muy accesible en la provincia del Carchi ya que es una zona productora de papa, por ello se obtuvo el rastrojo en Tulcán sin ningún costo, contiene celulosa (30-40%), hemicelulosa (25-30) y (10-15%) de lignina.

El rastrojo de maíz se consiguió en Quito; es importante mencionar que en la provincia del Carchi se produce maíz, pero es más utilizado para hacer silo y los sustratos que se emplean para cultivar hongos deben estar completamente secos. El maíz contiene celulosa (35-40%), hemicelulosa (20-30%) y (15-20%) de lignina.

## 3. Semilla

La semilla se adquirió en la empresa FUNGI ANDINO que está ubicada en la provincia de Pichincha; misma que llegó en condiciones óptimas de esterilidad lista para ser

empleada en los sustratos. Para la investigación se utilizó el 5% de semilla el cual va relacionado al peso húmedo del sustrato (bolsa de 2 kg), donde se colocó 100 gramos por bolsa, siendo 14 kg de semilla necesarias para las 144 bolsas de sustrato.

#### 4. Almacenamiento de materias primas

Se almacenaron a temperatura ambiente los materiales que se emplearon como insumos, medio de cultivo, y herramientas de trabajo. Esta área tenía cubierta con el fin de evitar que se mojen los materiales. En este cuarto se realizó el picado de los residuos en un tamaño 2 a 5 cm para el mejor desarrollo del micelio y también se procedió a realizar las distintas combinaciones de sustratos, por cada tratamiento, las cuales se colocaron en costales, para posteriormente pasteurizarlos.

#### 5. Pasteurización

Para realizar la pasteurización por inmersión, se necesitó de tres tanques metálicos de 200l; Una vez que los sustratos fueron encostalados se colocaron dentro de los tanques metálicos, en donde se llenó de agua hasta que estuvieron cubiertos completamente. Luego se encendió el fuego y se dejó calentar hasta los 90 °C; una vez alcanzada esa temperatura, se mantuvo por una hora y media, para ello se introdujo contantemente un termómetro en los tanques para ir controlando la temperatura, al finalizar se procedió inmediatamente a escurrir los sustratos encostalados, los cuales fueron colocados sobre una base durante toda la noche, para al día siguiente realizar el proceso de siembra.

#### 6. Siembra

Unos días antes de realizar la siembra, se realizó una desinfección total del área con una solución de agua y lejía en paredes, suelo, mesas y techo. Para la esterilización del ambiente se utilizó alcohol al 90% en cada uno de los procesos con el fin de eliminar microorganismos como hongos, virus o bacterias y con ello evitar problemas de contaminación.

El día de la siembra se realizó la desinfección de ropa, manos con alcohol al 70% y se colocó cofia y mascarilla antes de entrar al área de siembra, y se desinfectaron todos los instrumentos con un mechero que contenía alcohol al 90%.

Al terminar con la esterilización, se procedió a llevar los sustratos ya pasteurizados al área de siembra para proceder a realizar la inoculación, en donde también se aplicó cal que va relacionada al peso húmedo del sustrato, es decir 20 gramos por bolsa.

Se realizó la siembra en donde se colocó una capa de sustrato, una capa del micelio, además de cal, alternando estos materiales hasta llenar la bolsa, es importante mencionar que la semilla hace referencia al hongo inoculado en semillas de trigo, lo que ayuda a obtener una colonización más rápida.

Una vez llenas las bolsas se cerraron con ligas elásticas, sacando antes de cerrar la mayor cantidad de aire de la bolsa y se hizo cuatro cortes pequeños con un bisturí desinfectado, con el fin de que el hongo pueda respirar y tenga un buen desarrollo; también se identificó el tratamiento con marcador permanente en cada bolsa.

## 7. Incubación

Después de finalizar la siembra, se llevaron todas las bolsas al cuarto de incubación, en donde la miceliación total del sustrato se dio entre 19.22 a 23.22 días, en total oscuridad, con temperaturas entre 18°C a 30 °C durante el día. Se adecuó el cuarto forrando todas las paredes, techo y división de paredes con plástico negro, con el fin de evitar el ingreso de aire, además se esterilizaron las estanterías para colocar las bolsas inoculadas.

Para alcanzar las temperaturas planteadas, se utilizó un balde con agua caliente para aumentar la temperatura y en el caso que la temperatura estaba demasiada alta se procedió al riego de paredes y suelo del cuarto con una bomba de riego de 3 litros, que igual ayuda a mantener la humedad adecuada. Para poder manejar factores como la temperatura y humedad se empleó un higrómetro en donde se observó si se brindó o no las condiciones adecuadas la cultivo. En esta etapa se revisó las fundas cada 4 días durante las primeras semanas con el fin de evitar contaminaciones.

## 8. Fructificación

Cuando se dio el 100% de miceliación en el sustrato ,se cambió las condiciones del cuarto de incubación a las condiciones que se necesita para la etapa de fructificación

,en donde se reemplazó el plástico negro de las paredes por el sarán que brinda luz indirecta y permite la entrada de aire, por último se procedió a colgar las bolsas con piola en las estanterías en un (DCA) y se dio riego en esta etapa ya que el cultivo lo necesita para el crecimiento de primordios, suministrando alrededor de 10 litros en total en las tres estanterías diariamente.

De igual forma se hicieron orificios en las bolsas, lo que permite que haya un desarrollo correcto de los primordios; ya que se da la entrada de oxígeno, de lo contrario se producen abortos, por ello fue necesario revisar diariamente las bolsas en la etapa de fructificación.

## 9. Cosecha

Las cosechas se realizaron manualmente, en donde se desprendieron las colonias que llegaron a la madurez de las bolsas, ligeramente de arriba hacia abajo; para determinar las colonias maduras , se consideró un levantamiento ligero de los bordes del carpóforo, y se procedió a la cosecha ,luego se quitó residuos de colonias de las bolsas y se colocó alcohol al 90 % en la zona de dónde se desprendieron las mismas; para evitar contaminaciones , las colonias se pesaron ,se registraron los datos en una libreta y se distribuyeron en bandejas con un peso de 150gr ,las cuales se cerraron con papel film ,para su venta.

### 3.4.6. Variables a Evaluar

Las variables se evaluaron en cada una de las bolsas en cada tratamiento durante las tres cosechas.

#### a. Fundas contaminadas

Esta variable fue evaluada en la fase de incubación, en donde se realizaron revisiones cada cuatro días hasta que el micelio se desarrolló completamente. Cualquier bolsa que mostrara contaminación, fue descartada del sistema de producción. Los datos registrados incluyeron el número de bolsas descartadas por contaminación.

#### b. Tiempo de corrida del micelio

La evaluación inicio el mismo día en que se sembró el micelio en la bolsa con el sustrato, considerando ese momento como el "día cero". Se observó que el micelio colonizo por

completo el sustrato, al notarse la bolsa de color blanco. Para registrar el tiempo, se supervisó inicialmente cada cuatro días durante los primeros 15 días y, luego se revisó diariamente.

c. Días a la formación de primordios

Una vez completada la etapa de desarrollo del micelio, fue necesario aplicar ciertos estímulos para dar inicio a la fructificación. Para esto, las bolsas se ubicaron en un ambiente con condiciones diferentes y se registró el tiempo que tardaron en aparecer los primordios al contabilizar los días. Como el sustrato se utilizó para tres cosechas, en la primera cosecha se mostró como "día cero" el día en que se cambiaron las condiciones del cuarto, mientras que en la segunda y tercera cosecha el día cero inicia con la cosecha del ciclo anterior.

d. Peso a la cosecha

Las colonias maduras fueron cosechadas y pesadas en una balanza, con el fin de obtener el total en la producción por cada unidad experimental, en todos los tratamientos.

e. Ancho de colonias

Se realizó en la etapa de la cosecha, antes de que los hongos sean extraídos de las bolsas; se midió el ancho de las colonias con una cinta métrica en cada bolsa.

f. Número de colonias maduras

Se definió como colonia madura al grupo de hongos que llegó a la cosecha, por lo tanto, se realizó el conteo manual en las bolsas de cada unidad experimental antes de que sean cosechados. Es importante señalar que en el sustrato surgieron varias colonias, pero no todas se desarrollan por completo y mueren lo que es conocido como aborto.

g. Número de carpóforos

Se evaluó esta variable en la cosecha, en dónde se tomó en cuenta los carpóforos que completaron su maduración, en las tres cosechas. Antes de cosechar se realizó el conteo para determinar la cantidad de carpóforos.

h. Largo del tallo

Se tomó el dato de la variable largo del tallo con una cinta métrica, este procedimiento se realizó en el momento de la cosecha en cada una de las bolsas de todos los tratamientos, de esta manera se obtuvo la medición en cm durante las tres cosechas.

i. Días a la cosecha

Desde la aparición de primordios se contabilizaron los días hasta la maduración del hongo que se da en la etapa de la cosecha. Se tomo en cuenta como el día cero desde que se notaron los primordios finalizando en la cosecha, la cual se realizó de manera manual desde la base de la colonia con suaves movimientos hasta desprenderla.

j. Costo/beneficio

Se registró los gastos por cada tratamiento durante todo el proceso de la investigación, con el fin de determinar el costo total en cada uno, ingresos que se calcularon en función al rendimiento obtenido por cada tratamiento; para lo cual se consideró datos sobre la venta del producto y gastos relacionados. Con esta información, se observó cual fue el más rentable durante las tres cosechas.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó el programa Infostat para determinar los tratamientos más eficientes en términos de rendimiento, para lo cual se utilizaron algunas pruebas entre ellas, la prueba de Shapiro-Wilks que mostró si los datos presentaban normalidad, la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en donde se observó si había o no diferencias significativas entre tratamientos, para las variables paramétricas se realizó un análisis de varianza y posterior la prueba de Duncan al 5% que permitió identificar grupos mostrando los mejores resultados entre tratamientos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través del programa estadístico infostat, el cual facilitó la interpretación de los resultados de cada variable de investigación.

#### 4.1.1. Número de fundas contaminadas

En la tabla 5. Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable número de fundas contaminadas, se observa que los datos no presentan normalidad ( $p < 0.05$ ); por lo cual se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Tabla 6).

**Tabla 5.** Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable número de fundas contaminadas.

| Variable   | N  | Media | D.E.  | W*   | p (Unilateral D) |
|------------|----|-------|-------|------|------------------|
| Porcentaje | 24 | 9.03  | 14.73 | 0.66 | <0.0001          |

En la Tabla 6. Se empleó la prueba de Kruskal Wallis para la variable número de fundas contaminadas, en donde se evidencia que no existe diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ). Se puede observar los mejores resultados en porcentajes en el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo), T7 (25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada) Y T8 (33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada) en donde no se presencié ninguna contaminación.

**Tabla 6.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable número de fundas contaminadas.

| Tratamiento  | Medias (%) | p-valor |
|--|------------|---------|
| T1= 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo  | 0.00       | 0.1440  |
| T2=50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz                                      | 5.56       |         |
| T3 =50% rastrojo de papa+50% paja de cebada  | 22.22      |         |
| T4=50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo   | 22.22      |         |
| T5=50% paja de cebada+ 50% paja de trigo   | 16.67      |         |
| T6=50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada  | 5.56       |         |
| T7=25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada | 0.00       |         |
| T8= 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada                   | 0.00       |         |

**Leyenda.** P-valor= Grado de significancia

En la presente investigación se registró los mejores resultados en el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo), T7 (25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada) Y T8 (33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada), mientras que, en los T2, T3, T4, T5, T6 se registró la presencia de fundas contaminadas probablemente por *Trichoderma spp.* y *Lycoriella ingenua D.*, lo cual se da por algunas razones entre ellas, la presencia de residuos de agroquímicos en los sustratos empleados; mismos que inhiben el crecimiento del hongo, porque alteran las propiedades nutricionales del sustrato, valores inadecuados de temperatura y humedad, sustratos ricos en materia orgánica, cosecha en el momento inadecuado ya que un hongo demasiado maduro libera esporas, factores que atraen o generan ambientes adecuados para el crecimiento de organismos contaminantes (Albuja et al., 2024).

Los resultados de la presente investigación no coinciden con los datos alcanzados por Tinoco (2022) ya que en su investigación el número de fundas contaminadas por microorganismos fue de 0, lo cual determina que los procedimientos empleados en la investigación resultaron ser completamente eficientes. Sin embargo, Filippi et al. (2019) mencionan que, aunque la manipulación sea cuidadosa y con medidas higiénicas-sanitarias extremas en el proceso de producción, puede haber contaminaciones por distintos microorganismos muy difíciles de controlar.

#### 4.1.2. Tiempo de corrida del micelio(días)

En la tabla 7. En la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable tiempo de corrida del micelio, se observa que los datos presentan normalidad ( $p>0.05$ ), es por ello que se realiza el análisis de varianza.

**Tabla 7.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable tiempo de corrida del micelio.

| Variable | n  | Media | D.E. | W*   | p (Unilateral D) |
|----------|----|-------|------|------|------------------|
| T.C.M.   | 24 | 21.99 | 1.67 | 0.98 | 0.9244           |

**Leyenda.** T.C.M= Tiempo de corrida del micelio

En la Tabla 8. En el análisis de varianza para la variable tiempo de corrida del micelio; desde la siembra hasta la colonización del hongo en las bolsas, se logró observar que

existen diferencias significativas entre los tratamientos con un CV de 5.61 y una media de 21.98 días.

**Tabla 8.** Análisis de varianza para el tiempo de corrida del micelio.

| FV                  | GL | COSECHAS |
|---------------------|----|----------|
| <b>Modelo</b>       | 9  |          |
| <b>Tratamientos</b> | 7  | 0.0208*  |
| <b>Repeticiones</b> | 2  | 0.2282ns |
| <b>Error</b>        | 14 |          |
| <b>Total</b>        | 23 |          |
| <b>Media (días)</b> |    | 21.98    |
| <b>C.V. (%)</b>     |    | 5.61     |

**Leyenda.** FV=fuente de variación; GL= Grados de libertad; ns=no significativo; \*=significativo; \*\*= altamente significativo; CV: Coeficiente de variación

En la Tabla 9. Se muestra la prueba de Duncan 5%; misma que permitió identificar 3 grupos; mostrando el mejor resultado en el T2 (50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) con una media de 19.22 días, sin embargo, el tratamiento menos eficiente fue el T7 (25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada) con un valor promedio de 23.22 días.

**Tabla 9.** Prueba Duncan para el T.C.M.

| Tratamientos  | T.C.M.<br>(días) |
|---|------------------|
| T1= 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo   | 21.56 B          |
| T2=50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz                                       | 19.22 A          |
| T3=50% rastrojo de papa+50% paja de cebada,   | 23.00 B          |
| T4=50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo  | 21.22 AB         |
| T5=50% paja de cebada+ 50% paja de trigo  | 22.94 B          |
| T6=50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada   | 22.84 B          |
| T7=25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, | 23.22 B          |
| T8=33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada                     | 21.89 B          |

**Nota.** T.C.M.=Tiempo de corrida del micelio; AB= Letras diferentes en los rangos de los tratamientos muestras las diferencias estadísticas.

El tiempo de corrida de miceliación hace referencia al tiempo en el que cual el hongo llega a colonizar al 100 % los sustratos, lo cual se evidenció al observar una coloración blanquecina sobre los sustratos empleados (Vásquez, 2022). En la presente investigación se obtuvo el mejor resultado en el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) con un valor de 19.22 días, lo que quiere decir que alcanzó la miceliación total en un rango ideal para la producción del hongo, en donde los valores más bajos fueron considerados los

mejores resultados, ya que al reducir el tiempo de corrida del micelio se evita problemas que puedan comprometer al cultivo; además se previene contaminaciones, hay menor pérdida de nutrientes y la producción es más eficiente en donde se disminuye el tiempo total del ciclo del cultivo; lo cual coincide con Vásquez (2022) quien menciona que se alcanza la colonización total en los sustratos entre 12 a 25 días, y ello depende de factores como el sustrato, tamaño de la bolsa, temperatura, humedad entre otros.

#### 4.1.3. Días a la formación de primordios

En la tabla 10. En la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable días a la formación de primordios se observa que los datos no presentan normalidad ( $p < 0.05$ ); por ello se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Tabla 11)

**Tabla 10.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable días a la formación de primordios.

| Variable            | N  | Media | D.E. | W*   | P (Unilateral D) |
|---------------------|----|-------|------|------|------------------|
| D.F.P 1era cosecha  | 24 | 6.07  | 0.51 | 0.89 | 0.0335           |
| D.F.P. 2da cosecha  | 24 | 8.08  | 0.75 | 0.79 | <0.0001          |
| D.F.P. 3era cosecha | 24 | 8.18  | 1.21 | 0.85 | <0.0001          |

**Leyenda.** D.F.P.= Días a la formación de primordios

Tabla 11. Se empleó la Prueba de Kruskal Wallis para la variable días a la formación de primordios, la cual no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). en donde se observaron los mejores resultados en el T3 (50% rastrojo de papa+50% paja de cebada) en la primera cosecha con una media de 5.72 días, el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) en la segunda cosecha con una media de 6.89 días y el T5(50% paja de cebada+ 50% paja de trigo) en la tercera cosecha con una media de 7.17 días.

**Tabla 11.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable días a la formación de primordios desde la colonización del hongo en las bolsas hasta la aparición de primordios.

| Tratamientos    | Cosecha |        |        |
|-----------------|---------|--------|--------|
|                 | 1       | 2      | 3      |
| T1              | 5.78    | 8.39   | 9.22   |
| T2              | 5.78    | 6.89   | 8.11   |
| T3              | 5.72    | 8.39   | 7.33   |
| T4              | 6.28    | 8.33   | 7.28   |
| T5              | 6.07    | 7.61   | 7.17   |
| T6              | 6.22    | 8.56   | 8.83   |
| T7              | 6.22    | 8.05   | 8.44   |
| T8              | 6.50    | 8.39   | 9.06   |
| <b>p- valor</b> | 0.3379  | 0.1883 | 0.0514 |

**Leyenda.** P-valor= Grado de significancia; (T1) = 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo, (T2) =50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz, (T3) =50% rastrojo de papa+50% paja de cebada, (T4) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo, (T5) =50% paja de cebada+ 50% paja de trigo, (T6) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada, (T7) =25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, (T8) = 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada.

En la presente investigación con respecto a la variable días a la formación de primordios, se contaron los días que se demoraron en formar los primordios, desde que el hongo colonizó las bolsas, en la segunda y tercera cosecha se contabilizaron los días desde la cosecha del ciclo anterior, en donde se obtuvo los mejores resultados en el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) en la segunda cosecha con una media de 6.89 días; según Calero( 2018) la formación de primordios se debe a condiciones como la temperatura, humedad adecuada del ambiente y del sustrato, ventilación del área de producción, luz indirecta y aplicación de aditivos como la cal con el fin de mejorar la disponibilidad de nutrientes en el sustrato; además los valores más bajos fueron considerados los mejores resultados, ya que al reducir el número de días en la formación de primordios se optimiza el proceso de producción, se disminuye el riesgo por contaminación y se obtiene un producto de calidad. Lo cual coincide con la investigación realizada por Vásquez (2022) en donde en la primera cosecha obtuvo un promedio entre 5 a 7 días para la formación de primordios y en la segunda cosecha se obtuvo medias entre 3 a 7 días en la formación de primordios, lo que mostró que todos los tratamientos empleados en su investigación eran aceptables para un desarrollo eficiente del hongo ostra.

#### 4.1.4. Peso a la cosecha (gr)

En la tabla 12. En la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable peso a la cosecha se observa que los datos presentan normalidad ( $p > 0.05$ ), por ello, se realiza el análisis de varianza.

**Tabla 12.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable peso a la cosecha.

| Variable          | n  | Media  | D.E.  | W*   | P (Unilateral D) |
|-------------------|----|--------|-------|------|------------------|
| Peso 1era cosecha | 24 | 172.45 | 25.12 | 0.97 | 0.8970           |
| Peso 2da cosecha  | 24 | 61.90  | 13.53 | 0.96 | 0.7514           |
| Peso 3era cosecha | 24 | 30.81  | 6.30  | 0.92 | 0.1758           |

En la Tabla 13. En el análisis de varianza para la variable peso a la cosecha desde la formación de primordios hasta la etapa de la cosecha, se observa que hay diferencias significativas entre tratamientos, con medias de 172.44 gr en la primera cosecha, 61.89gr en la segunda cosecha y 30.81gr en la tercera cosecha, con valores de CV de 12.69%, 17.20% y 17.17%

**Tabla 13.** Análisis de varianza para la variable peso a la cosecha.

| FV                  | GL | COSECHAS |          |          |
|---------------------|----|----------|----------|----------|
|                     |    | 1        | 2        | 3        |
| <b>Modelo</b>       | 9  |          | p- valor |          |
| <b>Tratamientos</b> | 7  | 0.1634ns | 0.0457*  | 0.2399ns |
| <b>Repeticiones</b> | 2  | 0.1992ns | 0.2313ns | 0.0420*  |
| <b>Error</b>        | 14 | 9        |          |          |
| <b>Total</b>        | 23 |          |          |          |
| <b>Media (gr)</b>   |    | 172.44   | 61.89    | 30.81    |
| <b>C.V. (%)</b>     |    | 12.69    | 17.20    | 17.17    |

**Leyenda.** FV=fuente de variación; GL= Grados de libertad; ns=no significativo; \*=significativo; \*\*= altamente significativo; CV: Coeficiente de variación.

En la tabla 14. Se muestra la prueba de Duncan 5% para la variable peso a la cosecha; misma que permitió identificar 3 grupos; en donde se obtuvieron los mejores resultados en la segunda cosecha en el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) con un promedio de 76.44 gr.

**Tabla 14.** Prueba Duncan para la variable peso a la cosecha.

| Tratamientos | Cosechas |          |
|--------------|----------|----------|
|              | 1        | 2        |
|              |          | Medias   |
| <b>T1</b>    | 198.94   | 73.05 A  |
| <b>T2</b>    | 185.72   | 76.44 A  |
| <b>T3</b>    | 179.00   | 64.89 AB |
| <b>T4</b>    | 170.78   | 61.94 AB |
| <b>T5</b>    | 144.11   | 46.94 B  |
| <b>T6</b>    | 171.06   | 63.94 AB |
| <b>T7</b>    | 174.50   | 59.11 AB |
| <b>T8</b>    | 155.45   | 48.83 B  |

**Nota.** (T1) = 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo, (T2) =50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz, (T3) =50% rastrojo de papa+50% paja de cebada, (T4) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo, (T5) =50% paja de cebada+ 50% paja de trigo, (T6) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada, (T7) =25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, (T8) = 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada. AB= Letras diferentes en los rangos de los tratamientos muestran las diferencias estadísticas.

En la presente investigación, para la variable peso a la cosecha, se obtuvo el peso de cada uno los tratamientos durante las cosechas del cultivo, mostrando los mejores resultados en el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) en la segunda cosecha un valor de 76.44 gr; lo que indica que la combinación de sustratos resultó eficiente, pese a ello el rendimiento va disminuyendo gradualmente con cada cosecha ya que se van reduciendo los nutrientes del sustrato, lo cual se evidenció en los resultados de la tercera cosecha en donde no se clasificó en grupos basado en letras; además de que se observó que no sería rentable para las condiciones del experimento; al realizar el análisis costo-beneficio por tratamientos (tabla 31).

A diferencia de la investigación realizada por Khan et al., (2021) en donde el mejor tratamiento fue el T1 (aserrín 100%) en la segunda cosecha con un valor de 149 gr. Según Vásquez (2022), el rendimiento de los sustratos para la producción de un hongo está ligada a la capacidad que tiene el mismo para degradar la materia prima que componen los sustratos.

#### 4.1.5. Peso total de la cosecha 1 y cosecha 2 (gr)

En la tabla 15. En la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable peso a la cosecha se observa que los datos presentan normalidad ( $p > 0.05$ ), por ello, se empleó el análisis de varianza.

**Tabla 15.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2.

| Variable         | N  | Media  | D.E.  | W*   | p (Unilateral D) |
|------------------|----|--------|-------|------|------------------|
| peso total 1 y 2 | 24 | 234.34 | 35.46 | 0.92 | 0.1821           |

En la Tabla 16. En el análisis de varianza para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2; se observa que hay diferencias significativas entre tratamientos, con una media de 234.34 gr en las dos cosechas, con un valor de CV de 11.46%.

**Tabla 16.** Análisis de varianza para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2.

| FV                  | GL | COSECHA 1 y 2 |
|---------------------|----|---------------|
| <b>Modelo</b>       | 9  |               |
| <b>Tratamientos</b> | 7  | 0.0376*       |
| <b>Repeticiones</b> | 2  | 0.1163ns      |
| <b>Error</b>        | 14 |               |
| <b>Total</b>        | 23 |               |
| <b>Media (gr)</b>   |    | 234.34        |
| <b>C.V. (%)</b>     |    | 11.46         |

**Leyenda.** FV=fuente de variación; GL= Grados de libertad; ns=no significativo; \*=significativo; \*\*= altamente significativo; CV: Coeficiente de variación.

En la tabla 17. Se muestra la prueba de Duncan 5% para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2; misma que permitió identificar 5 grupos; en donde se obtuvieron los mejores resultados en el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo) con un promedio de 272.00 gr, seguido del T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) con un promedio de 262.16 gr.

**Tabla 17.** Prueba Duncan para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2.

| Tratamientos  | Peso total 1 y 2 (gr) |
|---|-----------------------|
| T1= 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo   | 272.00 A              |
| T2=50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz                                       | 262.16 A              |
| T3=50% rastrojo de papa+50% paja de cebada,   | 243.89 AB             |
| T4=50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo  | 232.72 ABC            |
| T5=50% paja de cebada+ 50% paja de trigo  | 191.06 C              |
| T6=50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada   | 235.00 ABC            |
| T7=25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, | 233.61 ABC            |
| T8=33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada                     | 204.28 BC             |

**Nota.** AB= Letras diferentes en los rangos de los tratamientos muestran las diferencias estadísticas.

En la presente investigación, para la variable peso total de la cosecha 1 y cosecha 2 se obtuvo el promedio de las dos cosechas del cultivo, mostrando los mejores resultados en el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo) con un promedio de 272.00 gr, seguido del T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) con un promedio de 262.16 gr; lo que muestra que las combinaciones en cada uno de los tratamientos fue eficiente, pese a ello cada cosecha va a ser menor que la anterior ya que el hongo agota los nutrientes dentro de la bolsa por lo que no es recomendable realizar una tercera cosecha, ya que además de que se reduce la producción, el sustrato pierde humedad, se compacta y se vuelve más susceptible a contaminantes por lo cual no sería rentable, por ello lo más recomendable es desechar el sustrato como compostaje en el huerto o como suplemento para los animales, lo que coincide con la investigación de Narváez (2023) en donde los resultados mostraron que, a medida que avanzaban las cosechas, el rendimiento disminuía, lo que se atribuyó al agotamiento de nutrientes en los sustratos.

#### 4.1.6. Ancho de colonias (cm)

En la tabla 18. En la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable ancho de colonias, se observa que los datos presentan normalidad ( $p > 0.05$ ; por ello se efectuó el análisis de varianza (Tabla 19)

**Tabla 18.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable ancho de colonias.

| Variable              | n  | Media | D.E. | W*   | P (Unilateral D) |
|-----------------------|----|-------|------|------|------------------|
| Ancho C. 1era cosecha | 24 | 13.88 | 0.80 | 0.91 | 0.1171           |
| Ancho C. 2da cosecha  | 24 | 8.53  | 0.83 | 0.94 | 0.3610           |
| Ancho C. 3era cosecha | 24 | 7.10  | 0.62 | 0.93 | 0.3166           |

En la Tabla 19. Se realizó el análisis de varianza para la variable ancho de colonias, en la etapa de la cosecha; se observa que hay diferencias significativas entre tratamientos, con medias de 13.87 cm en la primera cosecha, 8.52 cm en la segunda cosecha y 7.09 cm en la tercera cosecha, con valores de CV de 5.53%, 7.71% y 7.78%

**Tabla 19.** Análisis de varianza para la variable ancho de colonias.

| FV           | GL | COSECHAS |          |          |
|--------------|----|----------|----------|----------|
|              |    | 1        | 2        | 3        |
| Modelo       | 9  |          | p- valor |          |
| Tratamientos | 7  | 0.2472ns | 0.0309*  | 0.1189ns |
| Repeticiones | 2  | 0.6889ns | 0.6951ns | 0.8671ns |
| Error        | 14 | 9        |          |          |
| Total        | 23 |          |          |          |
| Media (cm)   |    | 13.87    | 8.52     | 7.09     |
| C.V. (%)     |    | 5.53     | 7.71     | 7.78     |

**Leyenda.** FV=fuente de variación; GL= Grados de libertad; ns=no significativo; \*=significativo; \*\*= altamente significativo; CV: Coeficiente de variación.

En la tabla 20. Se muestra la prueba de Duncan 5% para la variable ancho de colonias; misma que permitió identificar 5 grupos en la segunda cosecha; en donde se obtuvieron los mejores resultados en el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo) con un promedio de 9.52 cm.

**Tabla 20.** Prueba Duncan para la variable ancho de colonias.

| Tratamientos | Cosechas |          |      |
|--------------|----------|----------|------|
|              | 1        | 2        | 3    |
|              |          | Medias   |      |
| T1           | 14.52    | 9.52 A   | 6.64 |
| T2           | 14.39    | 8.24 BC  | 8.01 |
| T3           | 13.72    | 7.45 C   | 7.06 |
| T4           | 14.26    | 7.88 BC  | 7.24 |
| T5           | 14.02    | 9.13 AB  | 6.90 |
| T6           | 13.80    | 8,97 AB  | 6.61 |
| T7           | 12,92    | 8.41 ABC | 6.92 |
| T8           | 13.37    | 8.61 ABC | 7.41 |

**Nota.** (T1) = 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo, (T2) =50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz, (T3) =50% rastrojo de papa+50% paja de cebada, (T4) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo, (T5) =50% paja de cebada+ 50% paja de trigo, (T6) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada, (T7) =25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, (T8) = 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada. AB= Letras diferentes en los rangos de los tratamientos muestran las diferencias estadísticas.

En la variable ancho de las colonias, se obtuvo las medidas en cm de colonias de cada tratamiento durante cada una de las cosechas del hongo, mostrando los mejores resultados en el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo)en la segunda cosecha con un promedio de 9.52 cm; esto debido a las condiciones que se brindaron para su crecimiento en factores como la humedad del ambiente y del sustrato y temperatura, dando como resultado un buen número de primordios y con medidas aceptables, de lo contrario a temperaturas altas el micelio se estresa y reduce la capacidad de formar colonias grandes, y en valores de humedad inadecuadas se limitaría el desarrollo del

micelio, lo cual coincide con la investigación de Muhammad et al. (2022) quienes mencionan que el crecimiento del hongo en cuanto al ancho de colonias está influenciado por valores óptimos de temperatura y humedad tanto del lugar en donde se da el desarrollo del hongo ostra, como de la humedad que se encuentra en el sustrato la misma que es brindada a través del riego.

#### 4.1.7. Número de colonias maduras

En la tabla 21. En la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable número de colonias maduras. Se observa que los datos no presentan normalidad ( $p < 0.05$ ); es por ello que se realizó la prueba de Kruskal Wallis (Tabla 22)

**Tabla 21.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable número de colonias maduras.

| Variable                       | N  | Media | D.E. | W*   | P (Unilateral D) |
|--------------------------------|----|-------|------|------|------------------|
| #Colonias maduras 1era cosecha | 24 | 2.92  | 0.18 | 0.84 | <0.0001          |
| #Colonias maduras 2da cosecha  | 24 | 2.04  | 0.14 | 0.73 | <0.0001          |
| #Colonias maduras 3era cosecha | 24 | 1.35  | 0.17 | 0.75 | <0.0001          |

Tabla 22. Se empleó la Prueba de Kruskal Wallis para la variable número de colonias maduras, la cual muestra que no existe diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). Se obtuvieron los mejores resultados para la primera cosecha en el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz)y T6(50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada) con valores de 3.00 en los dos tratamientos, en la segunda cosecha en el T6(50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada) con un valor de 2.17, y en la tercera cosecha en el T4(50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo), T5 (50% paja de cebada+ 50% paja de trigo) Y T7(25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada) con valores de 1.44 en los tres tratamientos.

**Tabla 22.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable número de colonias maduras.

| Tratamientos    | Cosecha |        |        |
|-----------------|---------|--------|--------|
|                 | 1       | 2      | 3      |
| T1              | 2.78    | 2.06   | 1.39   |
| T2              | 3.00    | 2.00   | 1.22   |
| T3              | 2.94    | 1.94   | 1.28   |
| T4              | 2.89    | 1.94   | 1.44   |
| T5              | 2.89    | 2.06   | 1.44   |
| T6              | 3.00    | 2.17   | 1.33   |
| T7              | 2.94    | 2.11   | 1.44   |
| T8              | 2.89    | 2.00   | 1.28   |
| <b>p- valor</b> | 0.5730  | 0.5120 | 0.5956 |

**Leyenda.** P-valor= Grado de significancia; (T1) = 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo, (T2) =50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz, (T3) =50% rastrojo de papa+50% paja de cebada, (T4) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo, (T5) =50% paja de cebada+ 50% paja de trigo, (T6) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada, (T7) =25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, (T8) = 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada.

Para la variable número de colonias maduras, se realizó el conteo de colonias en cada uno de los tratamientos durante las tres cosechas, en donde se obtuvieron los mejores resultados para la primera cosecha en el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) y T6(50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada) con valores de 3.00 respectivamente en cada tratamiento, en la segunda cosecha en el T6(50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada) con un valor de 2.17, y en la tercera cosecha en el T4(50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo), T5 (50% paja de cebada+ 50% paja de trigo) Y T7(25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada) con promedios de 1.44 en cada uno de los tratamientos, lo que se debe a las condiciones óptimas de temperatura, humedad, ventilación y luz; que ayudaron a estimular la formación de primordios para un desarrollo adecuado. Por otra parte, es el productor quien decide cuantas colonias deja hasta la cosecha, el mismo que toma en cuenta los requerimientos del mercado, ya que si se deja demasiadas colonias el tamaño de hongos será menor y al dejar menos colonias se obtiene hongos de mayor tamaño(Vásquez, 2022).

A diferencia de la investigación realizada por Vásquez (2022) en donde obtuvo en la primera cosecha una media de 3.22, y en la segunda cosecha una media de 2.24 en la variable número de colonias maduras en cada uno de los tratamientos. Quien también menciona que no se debe dejar el sustrato sin cobertura ya que se producen abortos de primordios por deshidratación, deformaciones, desarrollo lento, contaminaciones y disminuye el rendimiento.

#### 4.1.8. Número de carpóforos

En la tabla 23. En la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable número de carpóforos. Se observa que los datos presentan normalidad ( $p > 0.05$ ), por ello se realiza el análisis de varianza.

**Tabla 23.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable número de carpóforos.

| Variable                 | n  | Media | D.E. | W*   | P (Unilateral D) |
|--------------------------|----|-------|------|------|------------------|
| #Carpóforos 1era cosecha | 24 | 13.69 | 0.70 | 0.97 | 0.8608           |
| #Carpóforos 2da cosecha  | 24 | 8.09  | 1.15 | 0.93 | 0.2518           |
| #Carpóforos 3era cosecha | 24 | 5.52  | 0.76 | 0.90 | 0.0540           |

**Leyenda.** Largo T.= Largo del tallo

En la Tabla 24. Se observa en el análisis de varianza para la variable número de carpóforos; la cual fue evaluada en la etapa de la cosecha, muestra que existe diferencias significativas entre tratamientos con valores de CV de 5.20, 10.40 y 15.12, con medias de 13.68, 8.09 y 5.52 carpóforos respectivamente.

**Tabla 24.** Análisis de varianza para la variable número de carpóforos.

| FV                  | GL | COSECHAS |          |          |
|---------------------|----|----------|----------|----------|
|                     |    | 1        | 2        | 3        |
| <b>Modelo</b>       | 9  |          | p- valor |          |
| <b>Tratamientos</b> | 7  | 0.5638ns | 0.0460*  | 0.7960ns |
| <b>Repeticiones</b> | 2  | 0.3458ns | 0.0312*  | 0.4958ns |
| <b>Error</b>        | 14 |          |          |          |
| <b>Total</b>        | 23 |          |          |          |
| <b>Media (#)</b>    |    | 13.68    | 8.09     | 5.52     |
| <b>C.V. (%)</b>     |    | 5.20     | 10.40    | 15.12    |

**Leyenda.** FV=fuente de variación; GL= Grados de libertad; ns=no significativo; \*=significativo; \*\*= altamente significativo; CV: Coeficiente de variación.

En la tabla 25. Se realizó la comparación con la prueba de Duncan entre tratamientos para la variable número de carpóforos; en donde se encontraron 4 grupos en la segunda cosecha. Mostrando los mejores resultados en el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo) con un valor de 9.67 carpóforos.

**Tabla 25.** Prueba de Duncan para el número de carpóforos.

| Tratamientos | Cosechas |               |      |
|--------------|----------|---------------|------|
|              | 1        | 2             | 3    |
|              |          | <b>Medias</b> |      |
| <b>T1</b>    | 14.20    | 9.67 A        | 5.61 |
| <b>T2</b>    | 13.28    | 9.00 AB       | 5.17 |
| <b>T3</b>    | 13.62    | 8.03 BC       | 5.83 |
| <b>T4</b>    | 13.07    | 7.84 BC       | 5.03 |
| <b>T5</b>    | 14.06    | 7.33 C        | 5.39 |
| <b>T6</b>    | 13.78    | 7.76 BC       | 5.68 |
| <b>T7</b>    | 13.60    | 7.67 BC       | 6.10 |
| <b>T8</b>    | 13.87    | 7.43 BC       | 5.39 |

**Nota.** (T1) = 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo, (T2) =50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz, (T3) =50% rastrojo de papa+50% paja de cebada, (T4) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo, (T5) =50% paja de cebada+ 50% paja de trigo, (T6) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada, (T7) =25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, (T8) = 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada. ABC= Letras diferentes en los rangos de los tratamientos muestran las diferencias estadísticas.

La variable número de carpóforos hace referencia a la cantidad de carpóforos que se obtienen durante cada cosecha en cada uno de los tratamientos, mostrando los mejores resultados en el T1(50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo) en la segunda cosecha con un promedio de 9.67 carpóforos. Lo que según Albán (2018) se debe a que al aplicar sustratos que poseen un rendimiento eficiente, como resultado se obtiene mayor producción, lo ideal sería producir carpóforos grandes, pero tampoco es malo producir carpóforos pequeños, ya que a la final depende de la demanda del mercado. Lo cual coincide con (Tinoco, 2022) quien reportó en su investigación un promedio entre 4.28 y 9.72 carpóforos, quien también menciona que el número de carpóforos depende del rendimiento del sustrato.

#### 4.1.9. Largo del tallo (cm)

Para la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks de la variable largo del tallo podemos observar en la (Tabla 26) que los datos presentan normalidad ( $p>0.05$ ), por lo cual se realizó el análisis de varianza.

**Tabla 26.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable largo del tallo.

| Variable              | n  | Media | D.E. | W*   | P (Unilateral D) |
|-----------------------|----|-------|------|------|------------------|
| Largo T. 1era cosecha | 24 | 4.30  | 0.38 | 0.90 | 0.0779           |
| Largo T. 2da cosecha  | 24 | 5.28  | 0.36 | 0.94 | 0.3370           |
| Largo T. 3era cosecha | 24 | 5.97  | 0.31 | 0.95 | 0.5673           |

**Leyenda.** Largo T.= Largo del tallo

En la Tabla 27. Se observa en el análisis de varianza para la variable largo del tallo; la cual fue evaluada en la etapa de la cosecha, muestra que existe diferencias significativas entre tratamientos con valores de CV de 5.95, 5.66 y 3.45, con medias de 4.30, 5.28 y 5.96 cm respectivamente.

**Tabla 27.** Análisis de varianza para la variable largo del tallo

| FV           | GL | COSECHAS |          |          |
|--------------|----|----------|----------|----------|
|              |    | 1        | 2        | 3        |
| Modelo       | 9  |          | p- valor |          |
| Tratamientos | 7  | 0.0136*  | 0.0828ns | 0.0045** |
| Repeticiones | 2  | 0.0408*  | 0.2692ns | 0.6383ns |
| Error        | 14 |          |          |          |
| Total        | 23 |          |          |          |
| Media (cm)   |    | 4.30     | 5.28     | 5.96     |
| C.V. (%)     |    | 5.95     | 5.66     | 3.45     |

**Leyenda.** FV=fuente de variación; GL= Grados de libertad; ns=no significativo; \*=significativo; \*\*= altamente significativo; CV: Coeficiente de variación.

En la tabla 28. Se realizó la comparación con la prueba de Duncan entre tratamientos para la variable largo del tallo; en donde se encontraron 4 grupos. Mostrando los mejores resultados en el T8 (33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada) con un valor de 3.79 cm en la primera cosecha y en la tercera cosecha el T5 (50% paja de cebada+ 50% paja de trigo) con un valor de 5.46 cm.

**Tabla 28.** Prueba Duncan para el largo del tallo.

| Tratamientos | Cosechas |               |         |
|--------------|----------|---------------|---------|
|              | 1        | 2             | 3       |
|              |          | <b>Medias</b> |         |
| T1           | 4.63 C   | 5.73          | 6.36 C  |
| T2           | 4.58 C   | 5.28          | 5.99 BC |
| T3           | 4.39 BC  | 5.23          | 6.17 C  |
| T4           | 4.47 C   | 5.29          | 6.03 BC |
| T5           | 4.34 BC  | 4.89          | 5.46 A  |
| T6           | 3.95 AB  | 5.23          | 6.00 BC |
| T7           | 4.28 BC  | 5.06          | 5.74 AB |
| T8           | 3.79 A   | 5.55          | 5.99 BC |

**Nota.** (T1) = 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo, (T2) =50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz, (T3) =50% rastrojo de papa+50% paja de cebada, (T4) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo, (T5) =50% paja de cebada+ 50% paja de trigo, (T6) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada, (T7) =25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, (T8) = 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada. ABC= Letras diferentes en los rangos de los tratamientos muestras las diferencias estadísticas.

En la presente investigación para el largo del tallo, se obtuvo los datos de esta variable en cm, en el momento de la cosecha, evidenciando los mejores resultados en el T8 (33%

rastrajo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada) con un valor de 3.79 cm en la primera cosecha y en la tercera cosecha el T5 (50% paja de cebada+ 50% paja de trigo) con un valor de 5.46 cm. En las observaciones de esta variable se identificó un aumento en la longitud de los tallos, de acuerdo a Montero (2020) los hongos con tallos largos y carpóforos pequeños son producidos por el exceso de CO<sub>2</sub>, baja intensidad de luz, demasiada humedad, bajas temperaturas, sustrato compactado, por ello al controlar estas condiciones se evita un exceso en el crecimiento; además se tomaron en cuenta los valores más bajos como los mejores resultados, ya que, al producir hongos con tallos más cortos, se obtiene carpóforos más grandes que es la parte más valorada, por poseer una textura más tierna y un sabor más agradable. Además, se aumenta el valor comercial ya que significa que el mayor peso corresponde al carpóforo y es indicativo de que el cultivo se encuentra en condiciones óptimas de iluminación, ventilación entre otros. Lo que no coincide con la investigación de Lopez (2015) en donde el rango del largo del tallo se dio entre 1.80 a 2.72 cm, mostrando los mejores resultados en el T2(90% aserrín de bolaina fresca + 10% cáscara de cacao) con una media de 2.72 cm, y en el T3(80% aserrín de bolaina fresca + 20% cáscara de cacao) con una media de 2.50 cm.

#### 4.1.10. Días a la cosecha

En la Tabla 29. Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks para la variable días a la cosecha desde la formación de primordios, se observa que los datos no presentan normalidad ( $p < 0.05$ ); por lo cual se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Tabla 30)

**Tabla 29.** Prueba de Shapiro-Wilks para la variable días a la cosecha.

| Variable             | n  | Media | D.E. | W*   | P (Unilateral D) |
|----------------------|----|-------|------|------|------------------|
| Días C. 1era cosecha | 24 | 6.69  | 0.34 | 0.89 | 0.0410           |
| Días C. 2da cosecha  | 24 | 6.42  | 0.55 | 0.73 | <0.0001          |
| Días C. 3era cosecha | 24 | 5.94  | 0.95 | 0.76 | <0.0001          |

**Leyenda.** Días C.= Días a la cosecha

En la tabla 30. La Prueba de Kruskal Wallis para la variable días a la cosecha, muestra valores ( $p > 0.05$ ), lo que indica que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En donde se observaron los mejores resultados en el T3(50% rastrojo de papa+50% paja de cebada) en la primera cosecha con un valor de 6.28 días, el

T5(50% paja de cebada+ 50% paja de trigo) en la segunda cosecha con un valor de 6.00 días y el T4(50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo) en la tercera cosecha con un valor de 5.00 días.

**Tabla 30.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable días a la cosecha.

| Tratamientos    | Cosecha |        |        |
|-----------------|---------|--------|--------|
|                 | 1       | 2      | 3      |
| T1              | 6.89    | 6.78   | 6.54   |
| T2              | 6.67    | 6.11   | 6.11   |
| T3              | 6.28    | 6.22   | 5.11   |
| T4              | 6.61    | 6.72   | 5.00   |
| T5              | 6.72    | 6.00   | 5.61   |
| T6              | 6.89    | 6.55   | 6.11   |
| T7              | 6.67    | 6.50   | 6.56   |
| T8              | 6.83    | 6.44   | 6.44   |
| <b>p- valor</b> | 0.5424  | 0.5404 | 0.4003 |

**Leyenda.** P-valor= Grado de significancia; (T1) = 50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo, (T2) =50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz, (T3) =50% rastrojo de papa+50% paja de cebada, (T4) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo, (T5) =50% paja de cebada+ 50% paja de trigo, (T6) =50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada, (T7) =25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, (T8) = 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada.

Para la variable días a la cosecha en esta investigación ,se contaron los días, desde la aparición de primordios hasta la etapa de la cosecha de cada uno de los tratamientos, en donde se observaron los mejores resultados en el T3(50% rastrojo de papa+50% paja de cebada) en la primera cosecha con un valor de 6.28 días, el T5(50% paja de cebada+ 50% paja de trigo) en la segunda cosecha con un valor de 6.00 días y el T4(50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo) en la tercera cosecha con un valor de 5.00 días; lo que según Vásquez (2022) se debe a los sustratos empleados, las condiciones ambientales optimas, la calidad del micelio, sustrato correctamente pasteurizado, con lo que se deduce que todos los tratamientos de la investigación son adecuados para la producción; además se consideró los valores más bajos como los mejores resultados, ya que al disminuir los días a la cosecha se obtiene un cultivo más eficiente y rentable, ya que permite a los productores obtener más cosechas, reducir riesgos, optimizar recursos y satisfacer la demanda del mercado con productos de alta calidad. Lo que concuerda con la investigación realizada por Vásquez (2022) en donde indica que los primordios llegan a la madurez para ser cosechados en un rango de 5 a 7 días, además en su investigación se observó la aparición de primordios en la primera cosecha entre 6 a 7 días con una media de 6.69, mientras que en la segunda cosecha los primordios aparecieron en 5 y 6 días con una media de 5.89 días.

#### 4.1.11. Análisis de costo/ beneficio

A continuación, en la Tabla 31 se observa el análisis costo/beneficio de cada uno de los tratamientos en 1000 m<sup>2</sup> en la cosecha 1 y 2, en donde se obtuvo ganancias en todos los tratamientos; destacando el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo) con un beneficio directo de 1.51 dólares por cada dólar invertido; seguido del T2 (50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz que tiene un beneficio directo de 1.42 dólares por cada dólar invertido.

**Tabla 31.** Análisis costo/beneficio por tratamientos en 100 m<sup>2</sup> de la cosecha 1 y cosecha 2

| Tratamientos  | Costo por Tratamientos | Rendimiento | Valor (150 gr) | Venta total | Utilidad neta | Costo beneficio | Beneficio directo |
|---|------------------------|-------------|----------------|-------------|---------------|-----------------|-------------------|
| T1=50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo  | 14320.53               | 13055.5     | 2.75           | 35902.625   | 21582.095     | 2.51            | 1.51              |
| T2=50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz                                       | 14270.53               | 12583.5     | 2.75           | 34604.625   | 20334.095     | 2.42            | 1.42              |
| T3=50% rastrojo de papa+50% paja de cebada  | 14320.53               | 11706.5     | 2.75           | 32192.875   | 17872.345     | 2.25            | 1.25              |
| T4=50% rastrojo de maíz+ 50% paja de trigo  | 14370.53               | 11170.5     | 2.75           | 30718.875   | 16348.345     | 2.14            | 1.14              |
| T5=50% paja de cebada+ 50% paja de trigo  | 14420.53               | 9170.5      | 2.75           | 25218.875   | 10798.345     | 1.75            | 0.75              |
| T6=50% rastrojo de maíz+ 50% paja de cebada   | 14370.53               | 11280       | 2.75           | 31020       | 16649.47      | 2.16            | 1.16              |
| T7=25% rastrojo de papa+25% rastrojo de maíz+ 25% paja de trigo+25% paja de cebada, | 14345.53               | 11213       | 2.75           | 30835.75    | 16490.22      | 2.15            | 1.15              |
| T8= 33% rastrojo de maíz + 33% paja de trigo +33% paja de cebada.                   | 14381.53               | 9805        | 2.75           | 26963.75    | 12582.22      | 1.87            | 0.87              |

**Leyenda.** En el (anexo 3) se observa el gasto de cada tratamiento.

El análisis costo beneficio se evaluó por cada tratamiento, de esta forma se pudo determinar la rentabilidad de cada uno. En la investigación de Vásquez (2022) se menciona que si la relación Beneficio/costo es mayor a 1 se puede considerar un proyecto rentable; por otro lado, si el valor es menor o igual a 1, implica que se deben hacer cambios durante el proceso para obtener los resultados.

En la investigación de Tinoco (2022) el promedio más alto en el análisis B/C fue 1.30 en el tratamiento de raquis de maíz por inmersión; seguido del tratamiento de raquis de maíz con pasteurización por vapor con un B/C de 1.17.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Al finalizar el ensayo y concluido el análisis estadístico para cada variable en el cultivo de hongos ostra se concluye que:

- Se estableció que el tratamiento con los mejores resultados fue en el T2 (50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) en el desarrollo del cultivo del hongo ostra, en donde predominaron las variables tiempo de corrida del micelio, días a la formación de primordios y número de carpóforos.
- Se determinó que el tratamiento más eficiente para el rendimiento del hongo ostra, fue el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) en la segunda cosecha un valor de 76.44 gr, debido a las eficientes combinaciones de sustratos, lo cual se evidenció en los resultados ya que estaban dentro de un rango óptimo.
- Se determinó que los tratamientos en donde se alcanzó un mayor beneficio directo; fue en el T1 (50% rastrojo de papa+ 50% paja de trigo) y el T2(50% rastrojo de papa +50% rastrojo de maíz) con valores de 1.51 y 1.42 dólares respectivamente por cada dólar invertido.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Llevar a cabo un estudio de mercado para la producción y venta del hongo ostra; lo que ayuda a identificar la demanda potencial, conocer las preferencias de los consumidores y determinar canales distribución; lo que contribuye para obtener una estrategia de comercialización rentable.
- Realizar un análisis del rastrojo de papa, para determinar si presenta los nutrientes necesarios para la producción de hongos ostra, ya que es el cultivo que más se produce en el cantón San Pedro de Huaca; además de ser una de las principales fuentes de ingresos para la población.
- Realizar más investigaciones en este tipo de cultivo, con otros sustratos, en distintas concentraciones, ya que en la provincia del Carchi hay gran cantidad de materia

prima; como rastrojos, cáscaras, tallos y pajas, ideales para la producción de hongos ostra.

- Colocar trampas para reducir la presencia de insectos que puedan afectar al cultivo, de esta manera se minimiza el riesgo de contaminación, favoreciendo el crecimiento óptimo del hongo ostra.
- Llevar a cabo todos los procesos dentro del cultivo, siguiendo medidas de bioseguridad; con el fin de evitar posibles contaminaciones. Estas prácticas son esenciales para asegurar el éxito del cultivo.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinaga, P. (2012). *EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DEL HONGO OSTRÁ (Pleurotus ostreatus) EN TRES CICLOS DE PRODUCCIÓN EN LA ZONA DE TAMBILLO, PROVINCIA DE PICHINCHA*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4663/1/CD-4295.pdf>
- Albán, L. (2018). *CULTIVO DEL HONGO OSTRÁ (Pleurotus ostreatus) EN TRES TIPOS DE RESIDUOS DE LA MADERA DE BOLAINA BLANCA (Guazuma crinita)*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/076e747d-8b70-4ff9-85af-0431b825c4a6/content>
- Albuja, R., Álvarez, A., & Reyes, J. (2024). Evaluation of agricultural waste, as a substrate for the artisanal production of the Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*). *CEDAMAZ*, 14(1), 14–17. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v14i1.1593>
- Calero, L. (2018). *Valoración del crecimiento del hongo Ostrá 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*. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/77707c03-e200-4f33-888b-a5d699a633a4/content>
- Carranza, M. del C., Luzuriaga, G., & Mejía, M. (n.d.). *PROYECTO DE PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE HONGOS OSTRÁ ORGÁNICOS AL MERCADO EUROPEO*. Retrieved November 30, 2024, from <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/958/1/1845.pdf>
- Castillo, D. (2022). "Efecto de la aplicación de un caldo sulfocálcico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la finca San Francisco de Huaca." <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/52ddad7b-8953-4af9-96a9-9d8a7160d497/content>
- Cherlinka, V. (2024). *Gestión De Residuos De Cultivos: Cómo Realizarla Eficazmente*. <https://eos.com/es/blog/gestion-de-residuos-de-cultivos/>
- Coyago, C. (2024). "Evaluación de bioles que se producen en los biodigestores del Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi sobre el cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*)." <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/77cfafa2-4330-44df-ae4e-cfefe7c42a3b/content>
- Cruz, D., Capa, D., Maza, D., Ojeda, R., & Benitez, Á. (2020). *Vista de Producción y valor proteico de Pleurotus ostreatus en la región sur de Ecuador | ACI Avances en*

- Cueva, C. (2018). "APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PLÁTANO, CACAO Y MAÍZ COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DEL HONGO "Pleurotus ostreatus", EN LA COMUNIDAD LA MAGDALENA DE FRANCISCO DE ORELLANA". <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/10172/1/236T0370.PDF>
- Díaz, A. (2023). *Diversificación de cultivos: Una solución frente al cambio climático - Innovarum*. <https://innovarum.es/es/bioeconomia/diversificacion-de-cultivos-una-solucion-frente-al-cambio-climatico/>
- Donado, T. (2014). *EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGO OSTRA (Pleurotus ostreatus); MOYUTA, JUTIAPA*. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Donado-Tania.pdf>
- Filippi, M. V., Cayolo, F., Maldonado, J. F., Martínez, D. A., & Belén Buglione, M. (2019). *CONTROL DE CONTAMINANTES DURANTE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES*. <http://rid.unrn.edu.ar:8080/bitstream/20.500.12049/5018/1/Trabajo%20completo%20Filippi%20et%20al.pdf>
- INIA. (2016). *Manejo de residuos de cosecha*. <https://web.inia.cl/nematododorado/contenido.php?page=11>
- Khan, N., Ahmed, A., Ahmed, W., & Aziz, A. (2021). Effect of maize residues and sawdust substrates on the growth and yield of oyster mushroom *Pleurotus sapidus*. *Article in Ukrainian Journal of Ecology*, 1–7. [https://doi.org/10.15421/2021\\_68](https://doi.org/10.15421/2021_68)
- León, D. (2020). *Cultivos en la Provincia de Carchi - La Colina*. <https://lacolina.com.ec/portfolio/cultivos-en-la-provincia-de-carchi/>
- Lopez, M. (2015). "EFECTO DEL ASERRÍN DE BOLAINA (*Guazuma crinita*) Y CÁSCARA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus*." <https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7763c4a6-0edd-4bdc-9315-caf048ec9d9a/content>
- Montero, D. (2020, April). *Cultivando hongos ostra: La guía completa para principiantes para un jardín de hongos feliz - Consejos para mi huerto*. <https://www.consejosparamihuerto.com/consejos/cultivando-hongos-ostra-la-guia-completa-para-principiantes-para-un-jardin-de-hongos-feliz/>
- Morales, K. (2024). "Evaluación de enraizantes orgánicos en la propagación asexual de *mora de castilla (Rubus glaucus)* en la provincia del Carchi." [file:///C:/Users/HP/Downloads/DEFENSA%20KLEBER%20MORALES%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/DEFENSA%20KLEBER%20MORALES%20(1).pdf)
- Muhammad, A., Widodo, D., Aripriharta, Quota, A., Langlang, G., & Che, A. (2022). Design and Build of the Mist Sprayer Powered by Solar Panels for Cultivating Oyster

Mushrooms. *Proceedings - IEIT 2022: 2022 International Conference on Electrical and Information Technology*, 244–250.  
<https://doi.org/10.1109/IEIT56384.2022.9967887>

Narváez, A. (2023). "EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN Y POSCOSECHA DEL HONGO OSTRA ROSADO (*Pleurotus djamor* B.) PIMAMPIRO, IMBABURA." <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14638/2/03%20AGP369%20TESIS.pdf>

Parra, G. (2019). ¿Qué es un monocultivo y cómo daña al medioambiente? – *Come Con Ciencia*. <https://comeconciencia.org/2019/05/06/los-monocultivos-y-sus-repercusiones-en-el-ambiente/>

Pereyda, J., Ramírez, F., Pacheco, C., & Alatorre, B. (2021). *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, variedades BGAT Y B2 en rastrojo de maíz en Xochapa, Alcozauca de Guerrero, Gro., Méx. <https://revistafesgro.cocyti.gob.mx/index.php/revista/article/view/240>

Quintana, J., Parrales, M., Vera, J., Tigselema, S., & Cabrera, R. (2024). Valor nutricional de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) producidos en residuos agrícolas de maíz y maní. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(1), 75–82. <https://doi.org/10.47230/unsum-ciencias.v8.n1.2024.75-82>

Ruilova, M., Martínez, E., Reyes, W., & Cobos, F. (2020). valuación de la productividad del Hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado por fermentación sólida, en residuos agrícolas típicos de la provincia Bolívar –Ecuador. Evaluación de la productividad del Hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado por fermentación sólida, en residuos agrícolas típicos de la provincia Bolívar – Ecuador | *Journal of Science and Research*

Santillán, M., & Morocho, V. (2018). *Evaluación de sustratos lignocelulósicos para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), en la parroquia Tarqui*. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/359/1/T.AGROP.B.UEA.1098.pdf>

Tinoco, J. (2022). "EVALUACIÓN DE LA DESINFECCIÓN Y EFICIENCIA DE SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DEL HONGO OSTRA ROSADO (*Pleurotus djamor* B)." <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12154/2/03%20AGP%20319%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Vallejo, C., Díaz, R., Morales, W., Vera, J., & Cortéz, M. (2017). *Calidad alimenticia del hongo *Pleurotus ostreatus*, fresco y deshidratado, cultivado en tres residuos agrícolas*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7020056>

Vásquez, D. (2022). "PRODUCCIÓN DE HONGOS GOURMET (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA."

<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12153/2/03%20AGP%20318%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

YARA. (2023). *El reto de alimentar la población en constante crecimiento y la responsabilidad de preservar el planeta | Yara Ecuador*. <https://www.yara.com.ec/noticias-y-eventos/noticias/el-reto-de-alimentar-la-poblacion-en-constante-crecimiento-y-la-responsabilidad-de-preservar-el-planeta/>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE AGROPECUARIA**  
**ACTA**

**DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

|  |   |
|--|---|
| <b>ESTUDIANTE:</b> MEJÍA CUASQUER VANESSA XIMENA                   | <b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> 1727295931                |
| <b>PERIODO ACADÉMICO:</b> 2024 B                                   |   |
| <b>PRESIDENTE TRIBUNAL:</b> MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER | <b>DOCENTE TUTOR:</b> MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO |
| <b>DOCENTE:</b> Ph.D. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL                |   |


**TEMA DEL TIC:** Producción de hongos gourmet (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) con el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en el Centro experimental San Francisco de la UPEC

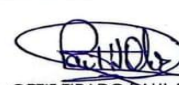
| No. | CATEGORÍA   | Evaluación cuantitativa | OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES   |
|-----|---|-------------------------|---|
| 1   | PROBLEMA - OBJETIVOS                              | 8,33                    | Revisar la información y las fuentes de la Tasa poblacional y Monocultivo en el problema.   |
| 2   | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA                            | 8,33                    | Fundamentar los antecedentes en la exposición indicar los resultados obtenidos. / Indicar los beneficios del consumo de este tipo de hongo                                    |
| 3   | METODOLOGÍA                                       | 8,33                    |   |
| 4   | RESULTADOS  | 8,33                    | Explicar de manera clara los resultados del análisis estadístico / Indicar en la tabla costo/beneficio el número de cosechas / Incluir en análisis estadístico del peso total |
| 5   | DISCUSIÓN   | 8,33                    | Especificar características de las variables del porque se consideran mejores los valores menores   |
| 6   | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES                    | 8,33                    |   |
| 7   | DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL  | 8,33                    |   |
| 8   | FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN | 8,33                    |   |


Obteniendo una nota de: **8,33** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **Jueves, 12 de diciembre de 2024**

  
 MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

  
 MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO  
**DOCENTE TUTOR**

  
 Ph.D. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL  
**DOCENTE**

Escaneado con CamScanner

**Anexo 2.** Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND  
NATIVE LANGUAGE CENTER

| ABSTRACT- EVALUATION SHEET   |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
| <b>NAME:</b> Mejía Cuasquer Vanessa Ximena   |  |   |  |   |
| <b>DATE:</b> 19 de diciembre de 2024   |  |   |  |   |
| <b>Topic:</b> Producción de hongos gourmet(Pleorotus ostreatus jacq.)con el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC. |  |   |  |   |
| <b>MARKS AWARDED</b>   |  | <b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>   |  |   |
| <b>VOCABULARY AND WORD USE</b>   | Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic           | Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic.  | Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic                     | Limited vocabulary and inadequate words related to the topic            |
|  | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>                                      | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>                                 | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>  | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| <b>WRITING COHESION</b>  | Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.          | Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.                      | Some progression of ideas and supporting paragraphs.                               | Inadequate ideas and supporting paragraphs.                             |
|  | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>                           | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>  | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>  | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| <b>ARGUMENT</b>  | The message has been communicated very well and identify the type of text  | The message has been communicated appropriately and identify the type of text | Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing | The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate |
|  | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>                           | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>  | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>  | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| <b>CREATIVITY</b>  | Outstanding flow of ideas and events                                       | Good flow of ideas and events   | Average flow of ideas and events   | Poor flow of ideas and events   |
|  | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>                                      | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>                                 | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>  | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| <b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>   | Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement           | Minor errors when supporting the thesis statement                             | Some errors when supporting the thesis statement                                   | Lots of errors when supporting the thesis statement                     |
|  | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>                           | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>  | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>  | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| <b>TOTAL/AVERAGE</b>   | 9 - 10: EXCELLENT<br>7 - 8,9: GOOD<br>5 - 6,9: AVERAGE<br>0 - 4,9: LIMITED | <b>TOTAL 9</b>  |  |   |



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o  
Investigación.**

**Autor:** Mejía Cuasquer Vanessa Ximena

**Fecha de recepción del abstract:** 17 de diciembre 2024

**Fecha de entrega del informe:** 19 de diciembre de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MARTHA VIVEROS  
VIVEROS ALMEIDA

MA. Martha Viveros

Docente responsable del  
CIDEN

### Anexo 3. Costos de producción

**Tabla 32.** Costos de producción

| <b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>                            |                         |                                   |                        |               |
|--|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------|
| <b>CULTIVO:</b> Hongos ostra pleurotus ostreatus jacq. |                         | <b>SISTEMA:</b> Semitecnificado   |                        |               |
| <b>LUGAR:</b> Centro Experimental San Francisco        |                         | <b>CANTÓN:</b> San Pedro de Huaca |                        |               |
| <b>PROVINCIA:</b> Carchi                               |                         | <b>AÑO:</b> 2024                  |                        |               |
| <b>RESPONSABLE:</b> Vanessa Ximena Mejía Cuasquer      |                         |                                   |                        |               |
| <b>CONCEPTO</b>  | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>CANTIDAD</b>                   | <b>PRECIO UNITARIO</b> | <b>TOTAL</b>  |
| <b>MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INVERNADERO</b> |                         |                                   |                        |               |
| Sarán  | M                       | 40                                | 1.50                   | 60            |
| Plástico negro   | M                       | 40                                | 5                      | 200           |
| Alambre  | Lb                      | 5                                 | 1                      | 5             |
| Clavos   | Lb                      | 2                                 | 2.50                   | 5             |
| Tornillos  | Cajas                   | 2                                 | 6                      | 12            |
| Cañas de guadua  | Unidad                  | 30                                | 3                      | 90            |
| <b>MANO DE OBRA PARA LA PRODUCCIÓN DEL HONGO OSTRA</b> |                         |                                   |                        |               |
| Rastrojo de papa                                       | Kg                      | 40                                | 0.2                    | 8             |
| Rastrojo de maíz                                       | Kg                      | 40                                | 0.25                   | 10            |
| Paja de trigo  | Pacas                   | 3                                 | 4                      | 12            |
| Paja de cebada   | Pacas                   | 3                                 | 4                      | 12            |
| Micelio  | Kg                      | 14                                | 8                      | 112           |
| Tanques Metálicos                                      | Unidad                  | 2                                 | 10                     | 20            |
| Costales   | unidad                  | 12                                | 0.15                   | 1.8           |
| ligas  | Paquete                 | 1                                 | 1                      | 1             |
| Termómetro   | Unidad                  | 1                                 | 5                      | 5             |
| Bolsas PP  | Paquete                 | 2                                 | 2                      | 4             |
| Mechero  | Unidad                  | 1                                 | 0                      | 0             |
| Hojas de bisturí                                       | Unidad                  | 3                                 | 0.2                    | 0.6           |
| Cal  | Kg                      | 1                                 | 4                      | 4             |
| Alcohol al 90%   | Galón                   | 1                                 | 12                     | 12            |
| Alcohol al 70%   | Lt                      | 1                                 | 5                      | 5             |
| Cofias   | Unidad                  | 6                                 | 0.2                    | 1.2           |
| Mascarilla   | Paquete                 | 1                                 | 1                      | 1             |
| Balanza digital  | Unidad                  | 1                                 | 6.65                   | 6.65          |
| Jeringuillas   | Unidad                  | 2                                 | 0.25                   | 0.5           |
| Cinta métrica  | Unidad                  | 1                                 | 8                      | 8             |
| Velas  | Unidad                  | 3                                 | 0.3                    | 0.9           |
| Termohigrómetro  | Unidad                  | 1                                 | 18                     | 18            |
| papel film   | Unidad                  | 6                                 | 1                      | 6             |
| Bandejas   | Paquete                 | 11                                | 1.1                    | 12.1          |
| Hieleras   | Unidad                  | 2                                 | 12                     | 24            |
| Bomba de riego   | Unidad                  | 1                                 | 8                      | 8             |
| <b>Mano de obra</b>                                    |                         |                                   |                        | <b>100</b>    |
| <b>TOTAL</b>   |                         |                                   |                        | <b>765.75</b> |

**Anexo 4.** Proceso experimental

**Tabla 33.** Proceso de la investigación.

---

Proceso de la investigación.

---



Evidencia del área donde se realizó el experimento

---

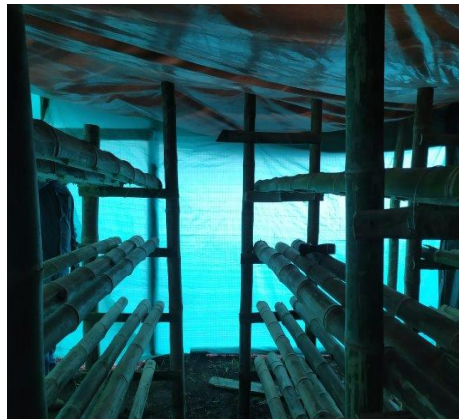


Sustratos empleados para la producción del cultivo

---



Área de siembra



Área de incubación y fructificación

---



Identificación de tratamientos



Bolsa contaminada



Aparición de primordios





Fructificación



Riego en la etapa de fructificación



Observación de temperatura y humedad en el área de producción

---



Cosecha y toma de datos

---



Empaquetado

---