



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“APROVECHAMIENTO DEL ASERRÍN DE PINO-EUCALIPTO Y
RASTROJO DE QUINUA COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO
DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR: ORNA VARGAS CRISTIAN FABRICIO

DIRECTOR: Dr. EDGAR IVAN RAMOS SEVILLA Msc.

Riobamba - Ecuador

2023

©2023, Cristian Fabricio Orna Vargas

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

Yo Cristian Fabricio Orna Vargas, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi auditoria y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de abril de 2023

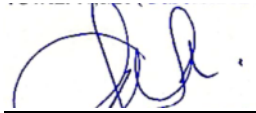




Cristian Fabricio Orna Vargas

CI: 0604811570

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular tipo: Proyecto de Investigación “**APROVECHAMIENTO DEL ASERRÍN DE PINO-EUCALIPTO Y RASTROJO DE QUINUA COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus***”, realizado por el señor **CRISTIAN FABRICIO ORNA VARGAS** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de integración curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dra. Luz María Orna Puente PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		10 de abril de 2023
Dr. Edgar Ivan Ramos Sevilla, MsC. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		10 de abril de 2023
Ing. Mabel Mariela Parada Rivera MsC. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		10 de abril de 2023

DEDICATORIA

Dedico a toda mi familia materna que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los buenos. Gracias por enseñarme a afrontar las adversidades sin rendirme. Me han educado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño.

Cristian

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutor el Dr. Iván Ramos y asesora la Ing. Mabel Parada por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada, de igual manera agradecido con mis compañeros amigos por la confianza y apoyo brindado en los trabajos e historias vividas.

Cristian

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	2
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Hipótesis	3
1.4.1. <i>Hipótesis general</i>	3
1.4.2. <i>Hipótesis específicas</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de investigación	4
2.2. Referencias teóricas.....	6
2.2.1. <i>Historia de los hongos</i>	6
2.2.2. <i>Generalidades del hongo pleurotus ostreatus u hongo ostra</i>	7
2.2.3. <i>Características y morfología</i>	7
2.2.3.1. <i>Características fenotípicas</i>	7
2.2.3.2. <i>Morfología</i>	8
2.2.4. <i>Cultivo</i>	9
2.2.4.1. <i>Condiciones ambientales para el cultivo del hongo</i>	9
2.2.5. <i>Etapas del cultivo</i>	10
2.2.5.1. <i>Obtención del micelio</i>	10

2.2.5.2. Preparación del sustrato	10
2.2.5.3. Incubación.....	11
2.2.5.4. Inoculación.....	11
2.2.5.5. Fructificación.....	11
2.2.6. Sustratos y suplementos nutricionales para el crecimiento del hongo.....	12
2.2.6.1. Sustratos lignocelulósicos	12
2.2.7. Valor nutricional	13
2.2.7.1. Análisis bromatológico del hongo.....	15

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	16
3.1. Tipo de investigación.....	16
3.2. Enfoque de investigación	16
3.3. Alcance de Investigación.....	16
3.4. Diseño de investigación	16
3.4.1. Identificación de variables	16
3.4.2. Operacionalización de variables	17
3.4.3. Diseño experimental de la investigación	20
3.4.4. Diagrama de flujo del proceso de cultivo del hongo <i>pleurotus ostreatus</i>	20
3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.....	22

CAPITULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Marco de resultados y discusión de resultados.....	29
4.1.1. Características macroscópicas de la cepa.....	29
4.1.2. Obtención de la semilla	30
4.1.3. Resultados obtenidos en la caracterización de la materia prima.....	31
4.1.4. Tiempo de producción requerido para el <i>pleurotus ostreatus</i>	32
4.2. Resultados del <i>pleurotus ostreatus</i> obtenido.	36
4.2.1. Análisis de fructificación del hongo	36
4.2.2. Análisis físico de los hongos obtenidos	37
4.2.3. Análisis del rendimiento del hongo obtenido	38
4.3. Análisis proximal características bromatológicas de los hongos.....	39
4.3.1. Análisis estadístico	40

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones.....	44

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Clasificación taxonómica del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	7
Tabla 2-2: Sustratos utilizados en el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	13
Tabla 3-2: Comparación nutricional del champiñón.....	14
Tabla 4-2: Análisis bromatológico.....	15
Tabla 5-3: Identificación de variables.....	17
Tabla 6-3: Operacionalización de variables.	17
Tabla 7-3: Matriz de consistencia	18
Tabla 8-3: Determinación del contenido de cenizas.	22
Tabla 9-3: Determinación de humedad.	23
Tabla 10-3: Peso del hongo.....	24
Tabla 11-3: Tamaño de los cuerpos fructíferos.....	24
Tabla 12-3: Prueba de humedad.....	24
Tabla 13-3: Prueba de ceniza	25
Tabla 14-3: Prueba de Fibra cruda (MS)	25
Tabla 15-3: Prueba de proteína cruda (MS).....	26
Tabla 16-3: Prueba de Grasa.....	27
Tabla 17-3: Pruebas de rendimiento.	28
Tabla 18-4: Resultados de las características macroscópicas de la cepa.	29
Tabla 19-4: Obtención de la Semilla.....	30
Tabla 20-4: Resultados de la caracterización de la materia prima	31
Tabla 21-4: Tiempo de producción requerido para el <i>Pleurotus ostreatus</i>	32
Tabla 22-4: Valores de acuerdo a cada tratamiento.	34
Tabla 23-4: Peso total de las cosechas para cada tratamiento.....	35
Tabla 24-4: Valores de acuerdo a cada tratamiento.	36
Tabla 25-4: Resultados del análisis físico del hongo.....	37
Tabla 26-4: Resultado de Rendimiento para cada tratamiento.	38
Tabla 27-4: Análisis bromatológico del hongo.....	39
Tabla 28-4: Resumen de los resultados obtenidos.	40
Tabla 29-4: Análisis de hipótesis.	41
Tabla 30-4: ANOVA de un solo factor: Rendimiento vs Tratamiento.	41
Tabla 31-4: Media para cada tratamiento.	41
Tabla 32-4: Comparaciones en parejas de Tukey	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2: Hongo Pleurotus ostreatus	8
Ilustración 2-2: Diagrama de flujo de la obtención del hongo comestible.....	12
Ilustración 3-2: Porcentajes de proteína con respecto a los sustratos y los carpóforo.....	14
Ilustración 4-3: Diseño experimental de la producción del hongo Pleurotus ostreatus.....	20
Ilustración 5-3: Diagrama de flujo del proceso de cultivo del hongo Pleurotus ostreatus.	21
Ilustración 6-4: Obtención de la semilla.....	30
Ilustración 7-4: Semilla del hongo Pleurotus ostreatus	31
Ilustración 8-4: Tiempo total de producción del hongo Pleurotus ostreatus.	33
Ilustración 9-4: Peso total del hongo Pleurotus ostreatus.....	35
Ilustración 10-4: Análisis de fructificación del hongo Pleurotus ostreatus.	36
Ilustración 11-4: Rendimiento en cada tratamiento del hongo Pleurotus ostreatus.	39
Ilustración 12-4: Gráfica de intervalos de rendimiento (%) vs tratamientos.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PREPARACIÓN DEL INOCUO.

ANEXO B: INOCULACIÓN EN GRANOS DE TRIGO DEL HONGO.

ANEXO C: PREPARACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA INOCULACIÓN.

ANEXO D: CULTIVO Y COSECHA.

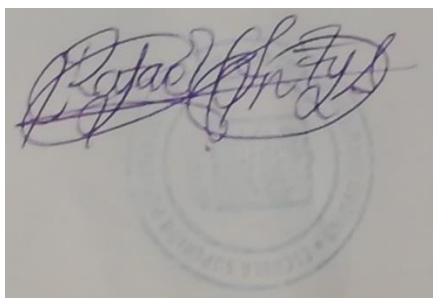
ANEXO E: PRUEBA BROMATOLÓGICA DEL HONGO.

RESUMEN

Este proyecto tuvo como objetivo utilizar el aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua como sustrato para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, el cual fue desarrollado en diferentes etapas: obtención del micelio, preparación del sustrato, incubación, inoculación, fructificación y finalmente, obtención del hongo o cultivo. Se llevó a cabo un diseño experimental a conveniencia o completamente al azar (DCA), considerando tres tipos de sustratos, de los cuales se obtuvieron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones. Los datos de peso total del hongo fresco de las dos cosechas y el rendimiento se analizaron por medio de un estudio de varianza de un solo factor en el software estadístico Minitab. En base a los resultados, se encontró que el tratamiento dos (100% rastrojo de quinua) obtuvo la mayor cantidad total de hongos con un peso de 654gr, lo que dio como resultado el rendimiento más alto de todos los tratamientos, con un 81.08%. Por otro lado, el tratamiento uno (50% aserrín de pino y 50% aserrín de eucalipto) obtuvo el menor peso con 99gr y un rendimiento de 11,38%. Además, se realizó un análisis bromatológico que arrojó que el hongo *Pleurotus ostreatus* es una excelente fuente de proteína (17.47%), fibra (15.72%) y grasa (2.44%). Esta información sugiere que el hongo es capaz de reemplazar alimentos comunes como carne, huevo y leche, gracias a su alto valor nutricional y bajo contenido de grasa. Por último, se recomienda realizar más investigaciones con diferentes mezclas de sustratos que involucren el rastrojo de quinua, ya que se encontró que este fue el mejor sustrato para la obtención del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Palabras clave: <INGENIERÍA QUÍMICA>, < HONGO (*Pleurotus ostreatus*) >, <ASERRÍN DE PINO>, <RASTROJO DE QUINUA>, <ASERRÍN DE EUCALIPTO>, <MICELIO>, <INOCULACIÓN>, <ANÁLISIS BROMATOLÓGICO>.

0739-DBRA-UTP-2023



ABSTRACT

The aim of this project was to use pine-eucalyptus sawdust and quinoa stubble as substrate for the cultivation of the *Pleurotus ostreatus* fungus, which was developed in different stages: obtaining the mycelium, preparation of the substrate, incubation, inoculation, fructification and finally, obtaining the fungus or culture. An experimental design of convenience or completely at random (DCA) was carried out, considering three types of substrates, from which four treatments with four replicates were obtained. The data of total fresh mushroom weight of the two harvests and yield were analyzed by means of a one-factor variance study in the Minitab statistical software. Based on the results, it was found that treatment two (100% quinoa stubble) obtained the highest total amount of fungi with a weight of 654gr, which resulted in the highest yield of all treatments, with 81.08%. On the other hand, treatment one (50% pine sawdust and 50% eucalyptus sawdust) obtained the lowest weight with 99gr and a yield of 11.38%. In addition, a bromatological analysis showed that the *Pleurotus ostreatus* mushroom is an excellent source of protein (17.47%), fiber (15.72%) and fat (2.44%). This information suggests that the mushroom is capable of replacing common foods such as meat, eggs and milk, thanks to its high nutritional value and low-fat content. Finally, further research with different substrate mixtures involving quinoa stubble is recommended, since this was found to be the best substrate for obtaining the *Pleurotus ostreatus* fungus.

Key words: <CHEMICAL ENGINEERING>, <FUNGUS (*Pleurotus ostreatus*) >, <PINEER PRAYER>, <QUINOA PRAYER>, <EUCALYPTUS PRAYER>, <MYCELIUM>, <INOCULATION>, <BROMATOLOGICAL ANALYSIS>.

0739-DBRA-UTP-2023



Dra. Nanci M. Inca Ch. Mgs

0602926719

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años se ha tenido un aumento en la producción de madera en diferentes países, por lo que el interés se ha centrado en la búsqueda de nuevas alternativas que ayuden a la utilización y gestión de los residuos derivados de dichas actividades forestales como el aserrín. Nuevas investigaciones han propuesto alternativas relacionadas con el uso de este residuo, por ser muy versátil y de utilidad para la industria, por ejemplo, se lo utiliza como herbicida natural, eliminador de manchas y olores, en la elaboración de pallet y en la industria de la carpintería. Sin embargo, en la mayoría de los casos este residuo no recibe ningún tratamiento, más bien se desechan incorrectamente, se queman o simplemente son tirados en ríos u otros sitios, en donde se descomponen lo que provoca la proliferación de insectos, roedores y microorganismos.

En la ciudad de Riobamba se generan alrededor de 47.37% de residuos provenientes de la industria maderera como es el aserrín, muchos estudios han expresado que estos residuos no son aprovechados, pese a que su costo en el mercado no supera un dólar por costal. Por otro lado, la producción de diferentes alimentos en esta ciudad dejan residuos que no son gestionados de manera correcta como es el caso de la quinua la cual se produce en las provincias andinas del Ecuador, su producción se ha incrementado en los últimos años en la provincia de Chimborazo, se estima una superficie superior a 3500 hectáreas; al momento de la cosecha y luego de la trilla el residuo resultante es el rastrojo y la paja, generalmente estos desechos se los quema o se lo desecha de manera incorrecta (Calderón, 2012).

Según el estudio realizado por Garzón (2020), los residuos provenientes de la agroindustria obtienen rendimientos significativamente altos en la producción de hongos comestibles, gracias a que poseen características fisicoquímicas superiores lo que hace a estos residuos un medio de cultivo ideal para la producción del hongo comestible.

Por otro lado, la investigación desarrollada por Vernerero (2016) expone que, el aserrín, residuos de cacao, residuos de cáñamo y rastrojo de quinua son utilizados en la producción y cultivo de hongos comestibles, gracias a su alto contenido de carbono lignocelulósico. Por tal razón sería importante implementar el uso de estos residuos como sustratos para el cultivo de un producto

con valor agregado, siendo una alternativa de bajo costo y viable para ayudar con el desarrollo sostenible al utilizar estos desechos para la producción y cultivo de hongo *Pleurotus ostreatus*.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Aprovechar el aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua como sustrato para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de los sustratos de aserrín y rastrojo de quinua utilizados para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.
- Preparar el sustrato en diferentes porcentajes de mezcla, para el cultivo del hongo, que tiene altas propiedades nutricionales.
- Evaluar el rendimiento de producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, en las mezclas de sustratos.
- Realizar análisis bromatológicos de la producción de hongos comestibles.
- Análisis estadístico de los resultados obtenidos del rendimiento en función de las cosechas.

1.3. Justificación

A nivel mundial algunos países han empezado a ver a los hongos comestibles como fuente de alimento por su alto porcentaje de proteína, se considera que es una alternativa novedosa para la obtención de alimentos de bajo costo. Ante esta realidad, se ha buscado la forma de producir el hongo *Pleurotus ostreatus*, el mismo que contiene cuerpos fructíferos, en relación a los vegetales contiene el doble de proteínas y dispone de aminoácidos esenciales, entre los que se destacan la lisina y leucina, que se encuentran en la mayor parte de cereales, posee minerales, son bajos en carbohidratos y proteínas, además, tienen vitaminas como complejo B (Amílcar, 2016).

En el Ecuador la agroindustria es considerada de gran impacto ambiental por los residuos que genera. Por tal razón, se busca integrar un sistema de producción y cultivo de un producto alimenticio como es el hongo *Pleurotus ostreatus*, el cual se desarrolla en sustratos como el aserrín de pino, eucalipto y rastrojo de quinua que poseen excelentes características lignocelulósicas, son fáciles de encontrar, tienen un bajo costo en el mercado y se puede

aprovechar su gran cantidad y disponibilidad, permitiendo obtener un producto con alto valor nutricional.

De acuerdo con Sánchez (2019) en su investigación detalla sobre, las propiedades físicas y químicas del aserrín las cuales son altamente beneficiosas para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, ya que posee propiedades como la de retención de humedad, porosidad para la aireación, pH adecuado y una relación de carbono/nitrógeno para la producción del hongo. Además, en los últimos años se han logrado importantes desarrollos en la tecnología, que da como consecuencia una explotación cada vez mayor de dichos recursos y residuos forestales que contamina el ambiente; razón por el cual, se plantea desarrollar sistemas de biotransformación y aprovechar al máximo el aserrín y rastrojo de la quinua para minimizar los efectos negativos y darle uso para generar un valor agregado.

Con todo lo expuesto el presente estudio tiene la finalidad de utilizar mezclas de sustratos de aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, considerando parámetros de calidad, producción y condiciones ambientales óptimas que requiere el mismo, con el objetivo de darle un nuevo uso al aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua, caracterizar la composición de los sustratos utilizados, estudiar el rendimiento de cada sustratos para conocer si el proyecto es o no factible y realizar análisis bromatológicos al hongo cultivado.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La mezcla de sustratos de aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua será útil para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Mediante la caracterización de las propiedades físico-químicas de los sustratos de aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua, se evaluará si son buenos receptores de humedad para la producción del hongo.
- Al realizar diferentes combinaciones de los sustratos se determinará su rendimiento en el crecimiento y cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.
- Mediante el análisis bromatológico del cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* se evaluará su valor nutritivo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

En la investigación presentada por Ramos (2015), en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador menciona que para un correcto crecimiento del hongo comestible se debe de investigar varias variables como: tipo de cepa, tipo de sustrato sólido y el tamaño de partículas, entre otros. A su vez, se trata también de los residuos lignocelulósicos susceptibles a ser utilizados en la fermentación en estado sólido donde se destaca la alfalfa, el bagazo de caña, la paja de cebada y arroz, el aserrín de madera, los residuos de frijol, los pastos, residuos de maíz, residuos de plátano y residuos de flores. Todos estos son producidos en volúmenes grandes, y no compiten con la alimentación humana y ocasionan efectos no deseados en el ambiente, para lo cual antes de utilizar estos sustratos se realiza un pretratamiento físico-químico para mejorar las características del sustrato. En esta investigación se concluyó que, si se realiza un pretratamiento a los sustratos el rendimiento del hongo respecto al crecimiento aumenta.

Según Venero (2016), en su artículo presentado al Ministerio del Trabajo y Previsión social expone que, los hongos comestibles son una gran fuente de alimento y en condiciones naturales pueden crecer en ramas y tocones de plantas muertas o debilitadas en bosques, jardines y parques. Su desarrollo se da en la estación de otoño e inicia en primavera, aunque en algunos sitios húmedos se da en otras estaciones del año. Esta especie presenta gran adaptabilidad y versatilidad ya que tolera un amplio rango de temperaturas, además es resistente a plagas y enfermedades y se puede cultivar con prácticamente todo sustrato lignocelulósico. Por lo tanto, se concluyó que el hongo comestible o también llamado hongo ostra, es factible y ayuda con el proceso de bioconservación eficiente. A su vez, refleja altos niveles proteicos, además de que el sustrato luego del ensayo disminuyó sus niveles de C/N, por lo que pudo ser utilizado como acondicionador para mejorar las propiedades físicas del suelo en viveros.

La investigación presentada por Lindao (2016), trata sobre beneficios del hongo *Pleurotus ostreatus*, en donde se puede evidenciar que son varios; entre los principales expuestos por el autor se tiene; la capacidad de biorremediar, ya que se ha reportado que las cepas de este hongo tienen la habilidad de biotransformar moléculas de herbicidas e insecticidas ayudando así con la contaminación del medio ambiente. Por otro lado, se tiene la actividad anticancerígena, antiinflamatorios, efectos inmunomodulatorios, antibióticos, antivirales y ayuda a disminuir los

niveles de colesterol. En esta investigación se desarrollaron tres tratamientos con diferentes residuos agrícolas como: cáscara de cacao, cáscara de coco y cáscara de plátano, de estos tres tratamientos, el mejor respecto a los niveles de proteína, fue el tratamiento con cáscaras de coco. Se concluyó que el sustrato de cáscara de coco es un medio ideal si se quiere obtener hongos con altos niveles de proteína. Sin embargo, si se busca una mayor producción el tratamiento de cáscara de cacao es el mejor.

El artículo científico publicado por Ardón (2017), habla sobre la aceptación que ha tenido los hongos comestibles, específicamente se trata del hongo *Pleurotus ostreatus*, en este artículo se detalla que esta cepa de hongo tiene una gran acogida en el mercado gracias a sus propiedades nutricionales, consistencia, sabor, la variedad de residuos orgánicos en los que es capaz de crecer el hongo, la facilidad que tiene para adaptarse a amplios intervalos de temperaturas y su desarrollo rápido. Este tipo de hongos es conocido como hongo ostra, esto se debe al color del cuerpo fructífero y a la apariencia. Este artículo también detalla los diferentes procesos para el cultivo del hongo, las estrategias para la comercialización y sobre todo la importancia de seleccionar de manera correcta un sustrato. Se concluyó que los Champiñones son comercializados debido a que existe una amplia cantidad de cepas, que pueden adaptarse a cualquier condición ambiental y poseen ciclos de producción cortos. Además, este tipo de hongos poseen una cantidad de proteína mayor a la de algunos vegetales y menor a la leche y carne

Según la investigación presentada por Garzón (2020) donde se habla sobre la producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia se expone que, el cultivo del hongo *P. ostreatus* inicio en Colombia en el año 1990 en el laboratorio de microbiología ubicado en la Universidad de Antioquia. El microbiólogo Guzmán Gastón, observo que existía una gran cantidad de residuos generados por la industria del café, lo que detonó que se realizaran varios estudios acerca del cultivo de hongos dentro de la zona cafetera de Colombia, posteriormente se pudo observar que el micelio de este hongo podía crecer a una temperatura entre 0 y 35 ° C, pero la temperatura optima fue 30 ° C y a un pH de 5.5 y 6.7. Esto dio como resultado que las cantidades de celulosa, hemicelulosa y lignina del sustrato se reduzca en un 80%, descubriendo así que los materiales pobres en nitrógeno son sustratos ideales para el desarrollo del hongo *P. ostreatus*.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. *Historia de los hongos*

Su historia se remonta al año 1650 cuando los cultivadores en la zona de producción de melón en Paris, Francia, se dieron cuenta que el hongo o como también conocido como champiñón, crecía sobre el compost que se utilizaba en las camas calientes que contenían estiércol de los cultivos de melones, los mismos que eran regados con el agua utilizada para lavar los champiñones recolectados en el campo. Por esta razón cuando se habla de hongos comestibles se los asocia a los champiñones (Solares, 2016, p. 60).

En la antigüedad el hongo se cultivaba debido a sus usos en la gastronomía y también gracias a sus características organolépticas, en la actualidad el hongo comestible es más conocido y consumido por muchas personas alrededor del mundo, lo que representa que se vea como una buena inversión a las empresas orientadas a la diversificación y crecimiento de la agroindustria tanto en el consumo interno como para exportación (Ardón, 2017, p. 23).

Existen alrededor de 3.8 millones de cepas diferentes de hongos en el mundo, de los cuales tan solo se han estudiado 120.000 especies en el mundo, de estas en Ecuador podemos encontrar alrededor de 7 300 especies identificadas en este grupo se puede encontrar una sub especie que es de suma importancia a nivel mundial por su alto valor nutricional y a su vez muy utilizado en la gastronomía se trata del hongo *Pleurotus ostreatus* o también conocido como hongo ostra el mismo que se ha cultivado como una opción para aprovechar los residuos lignocelulósicos provenientes de diferentes industrias, su forma de cultivo se ha transmitido de forma rápida por diferentes países, debido a la abundancia del sustrato para su desarrollo utiliza como principal fuente de alimento a la celulosa y lignina que se encuentra presentes en dichos residuos, por lo cual se lo puede producir a un bajo costo (Coronel, 2021, p. 5).

Alrededor del mundo en muchos países el nivel de vida está cambiando constantemente lo que conlleva que los hábitos alimenticios cambien , para lo cual se desea eliminar o disminuir el consumo de alimentos altos en grasas y un elevado valor energético y se ha optado por reemplazarlos con alimentos ricos en minerales , vitaminas y proteínas, con respecto a esta composición el champiñón posee una importancia particular con relación a este aspecto gracias a su alto contenido nutricional que viene de la mano de cómo se cultivó, medio en el que creció , sustrato y las condiciones de manejo en el que fue cultivado dicho hongo (Amílcar, 2016, p. 23).

2.2.2. Generalidades del hongo *pleurotus ostreatus* u hongo ostra

Los hongos son organismos pluricelulares, unicelulares o di mórficos que carecen de clorofila, por lo que son heterótrofos, lo que quiere decir que obtienen sus alimentos mediante la absorción y el componente principal es la quitina la cual se encuentra en sus paredes celulares. El cuerpo vegetativo o tallo en los hongos está conformado por filamentos delgados los cuales se llaman, hifas, estas presentan crecimiento apical y en conjunto integran al micelio (Acosta, 2019, p. 12).

El género *Pleurotus* son especies que se presentan como alternativa de consumo y producción con el pasar de los años esta actividad ha ido en aumento mediante la utilización de sustratos para su cultivo utilizando una gran variedad de materiales, debido a su crecimiento rápido micelial, las demandas nutricionales simples para su desarrollo y un sistema de enzimas multilaterales lo cual le da la característica de biodegradar casi todos o todos los tipos de residuos disponibles (Lindao, 2016, p. 30).

La clasificación taxonómica referente al hongo se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 1-2: Clasificación taxonómica del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Reino	<i>Fungi</i>
División	<i>Basidiomycota</i>
Clase	<i>Himenomycetes</i>
Orden	<i>Agaricales</i>
Familia	<i>Tricholomataceae</i>
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>Pleurotus ostreatus</i>

Fuente: Lindao, 2016.

Realizado por: Orna, C. 2023.

2.2.3. Características y morfología

2.2.3.1. Características fenotípicas

Las características que tiene el hongo en su mayor cantidad se pueden identificar mediante un examen visual de forma *IN SITU*, en el aspecto macroscópico y en el aspecto microbiológico para tener características más detalladas se puede observar con la ayuda de un microscopio, en donde se verá la forma , dimensiones de las esporas y las hifas, de acuerdo con la investigación presentada por Calderón (2012) las características identificadas en el hongo, son las siguientes:

- **Color:** Existen hongos de coloración rosácea, café, blanca, roja etc. esto ayuda a identificar las diferentes especies de hongos.
- **Sombrero o píleo:** Puede presentar una gran variedad de formas como: plano, convexo, embudo, giboso y a su vez tener una variación y sus bordes dentados, levantados enrollados y poseer texturas del píleo sedoso, aceitoso, escamas, estrías brillantez grietas entre otras.
- **Tallo o estípite:** Puede tenerlo o no, pero en el caso de tenerlo puede estar ubicado justo abajo del centro del píleo, pueden presentarse como bulboso, liso, quebradizo leñoso entre otros.
- **El himenio:** Varían su forma, densidad y tamaño son laminas que tienen presencia de poros o dientes.
- **Anillo:** es un velo que protege las láminas está parcialmente cerrado y adherido al pie del hongo.



Ilustración 1-2: hongo *Pleurotus ostreatus*

Realizado por: Orna, C. 2023.

2.2.3.2. Morfología

Los hongos son un tipo de microorganismos fúngicos, tiene la singularidad de formar un cuerpo fructífero visible, aéreo denominado carpóforo el cual es propiamente de los hongos, este cuerpo se compone de un micelio primario, píleo o sombrero, micelio secundario, carne o contexto, tallo o estípite, el himenio y las esporas, que pueden ser asexuales o sexuales (Lindao, 2016, p. 87).

El *P. ostreatus* es saprofito y algunas veces es considerado parásito que crece en sustratos lignocelulósicos muertos o vivos, que son pobres en nutrientes y bajos en minerales y vitaminas. El diámetro del hongo está entre 5 y 14 cm dependiendo de la edad, el color puede ser desde gris claro hasta pardo, las esporas son oblongas, pequeñas y casi cilíndricas de color blanco, el pie suele ser corto algo oblicuo ligeramente blanco, duro los hongos pueden crecer en superficie

horizontal o en grupos en repisas laterales de forma aislada, la carne es blanca con un olor fuerte, a su vez el micelio crece a temperaturas de 30 °C en pH de 5.5 a 6.5 (Amílcar, 2016, p. 76).

2.2.4. Cultivo

2.2.4.1. Condiciones ambientales para el cultivo del hongo

El cultivo de *P. ostreatus* es muy común para aprovechar los residuos lignocelulósicos que se encuentran disponibles en el medio ambiente es por eso que para su producción se debe tener en cuenta ciertas condiciones como se detalla a continuación:

- Humedad del sustrato

La humedad del sustrato facilitara la degradación del mismo por lo que es importante que se encuentre entre un 70 a 80% , de acuerdo con la investigación Solares (2016) el contenido de humedad del sustrato no debe ser menor a 50% ya que no será propicio para la degradación del sustrato y a su vez no debe ser superior a 80% ya que podría ser negativo para el crecimiento debido a la escasez de oxígeno, se debe tener en cuenta que cada sustrato absorbe de manera diferente el agua por lo que se necesita de un sustrato que tenga una alta capacidad de retención y almacenamiento de agua.

La humedad del ambiente según la investigación de Solares (2016) debe de ser entre 70 a 90 % durante todo el proceso del cultivo del hongo, con el fin de que no se afecte el desarrollo de este.

- Temperatura

La temperatura es un factor que afecta directamente al metabolismo de las células por lo cual es importante conocer los rangos de temperatura que cada cepa necesita por ejemplo el *P. ostreatus* crece a temperaturas desde 0 a 32 °C pero su temperatura optima es desde los 26-30 °C, de acuerdo a la investigación presentada por Ardón (La producción de los hongos comestibles, 2017), la temperatura ideal se encuentra entre los 7 y 37°C.

- Aireación y luz

La importancia de la aireación radica en que durante la fase de fructificación del hongo se desarrollan concentraciones de CO₂ entre 20000 a 30000 ppm, por lo que es necesario que exista una constante ventilación de aire para que no exista ataques por bacterias anaerobias que aprovechan las bajas concentraciones de oxígeno y a su vez la alta cantidad de CO₂.

- **Carbono**

El carbono es muy necesario como fuente directa de energía para el crecimiento del hongo, diferentes autores hablan sobre la importancia que tiene el carbono para la vida de la célula se lo puede obtener de diferentes fuentes como lípidos, carbohidratos, polímeros, etc. (Ramos, 2015, p. 23).

- **Nitrógeno**

Los sustratos que tengan una cantidad pobre de nitrógeno son los adecuados para ser usados en el cultivo de hongos comestibles, el *Pleurotus* contiene niveles bajos de nitrógeno por lo que se ha llegado a pensar que es capaz de fijar el nitrógeno presente en la atmosfera (Vernero, Quiroz, & Álvarez, 2016, p. 43).

- **pH**

El pH donde va a crecer el hongo tiene una influencia directa sobre este lo que lleva que se tenga un especial cuidado con el potencial de hidrogeno (pH) del sustrato ya que el mismo influye de manera directa sobre las proteínas de la membrana. Según el estudio realizado por Lindao (2016) en donde se habla sobre el pH del sustrato indica que el pH debe estar en un rango entre el 4 y 7 de pH, para que este tenga un crecimiento óptimo debe de encontrarse entre 5 y 6 de pH. Otros autores como Calderón (2012) encontraron que el crecimiento óptimo para que se desarrolle el hongo de manera correcta es de 5,5 a 6,5 de pH.

2.2.5. Etapas del cultivo

2.2.5.1. Obtención del micelio

El micelio es la semilla para cultivar el hongo, se obtiene de una solución esporal o un trozo de carne de la parte interna de la seta del hongo a cultivar. Tiene como objetivo producir el hongo vegetativamente (Sánchez, 2019, p. 74).

2.2.5.2. Preparación del sustrato

Se utiliza diferentes sustratos ricos en ligninas, como pajas de cereales, aserrín, madera o subproductos obtenidos de la agroindustria, las especies como pinos o eucaliptos pueden ser colonizadas, pero al existir presencia de resinas puede dar un resultado fuerte y desagradable por lo que se debe tener un mayor cuidado (Calderón, 2012, p. 12).

De acuerdo con la investigación desarrollada por Lindao (2016) se debe tener una humedad de 75 % en las pajas y si se utiliza cortezas de troncos se debe esperar que saquen las resinas y otras secreciones después del corte, no se debe utilizar troncos menores a 5 o 7 cm ya que si se tiene un diámetro pequeño se obtiene un rendimiento bajo.

En el caso de las pajas se pican de 5 a 10 cm de diámetro con el objetivo de aumentar la superficie de contacto facilitando la colonización.

2.2.5.3. Incubación

La incubación es el proceso donde se logra que el micelio colonice o invada al sustrato rápidamente, durante este proceso se debe controlar la temperatura del micelio que debe mantenerse entre 25- a 28 °C y no debe exceder los 35 °C ya que podría resultar letal para el micelio (Acosta, 2019, p. 23). Al pasar 15 a 30 días el micelio cubrirá totalmente el sustrato y se observará un bloque blanquecino, es aconsejable cubrir alguna de las bolsas y verificar el crecimiento.

2.2.5.4. Inoculación

La inoculación o también llamada siembra es el proceso en donde se inocula el sustrato con la semilla o inoculante del hongo a utilizar, para esto es importante que en las bolsas se enfríe el material luego de realizar una pasteurización para que la temperatura de siembra no supere los 35 °C, lo ideal es que esté entre 25 a 28°C y que contenga 70% de humedad (Lindao, 2016, p. 65).

Existen muchas maneras de sembrar una de las formas es alternada, donde se alterna la capa de sustrato con una capa de semillas se debe distribuir de manera homogénea, otra es en masa lo que consiste en mezclar la semilla sobre un estante. La cantidad de semilla debe de ser el 5 % del peso del sustrato húmedo siendo el 3% la cifra más común a utilizarse (Garzón, 2020, p. 45).

Finalizado la inoculación se cierra la bolsa y se hace un pequeño nudo en la parte superior, se debe colocar las bolsas sembradas separadas para que el aire que circula entre ellas evite sobrecalentamiento (Garzón, 2020, p. 47).

2.2.5.5. Fructificación

Esta fase comienza cuando una vez el sustrato sea invadido por el micelio del hongo y se logra observar los pines o primordios los cuales están formando un cuerpo fructífero, en esta fase es importante aumentar la humedad relativa del cultivo y las condiciones de luminosidad para

inducir en la formación de hongos. Luego de la incubación al momento de quitar la protección se debe hacer cortes en la bolsa para que los hongos crezcan y obtenga un 90 % de oxígeno que necesita para fructificar, se debe realizar estos cortes con una cuchilla limpia y desinfectada para no contaminar el medio, la madurez comercial se alcanza a los siete u ocho días después de hacer los cortes desarrollándose completamente a los ocho días con un diámetro de 6 a 8 cm (Solares, 2016, p. 44).

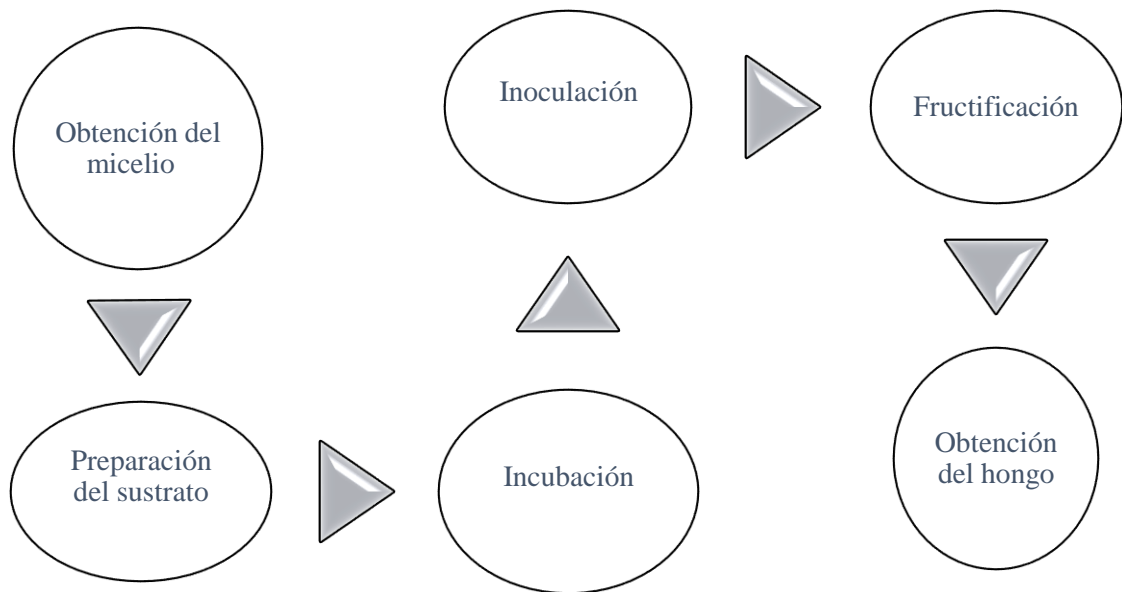


Ilustración 2-2: Diagrama de flujo de la obtención del hongo comestible.

Realizado por: Orna, C. 2023.

2.2.6. *Sustratos y suplementos nutricionales para el crecimiento del hongo*

2.2.6.1. *Sustratos lignocelulósicos*

Los sustratos son los materiales orgánicos donde se siembra el hongo. Existen dos tipos de sustratos el primario y el secundario en el primario se va a realizar la germinación de las esporas y en el secundario se reproduce solo el micelio obtenido, este último se debe manejar con mucho cuidado siguiendo las normas de inocuidad y las condiciones ambientales que se logran solo en un laboratorio, debido a que son muy especiales (Calderón, 2012, p. 54).

El empleo de suplementos para mejorar el rendimiento de producción en el crecimiento de los *Pleurotus ostreatus* ha sido una práctica que se ha mejorado con el pasar de los años, para lo cual se tiene en la tabla 2-2 los sustratos con su respectivo suplemento (Pineda, 2017, p. 32).

Tabla 2-2: Sustratos utilizados en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Especies	Sustratos lignocelulósicos	Suplementos
<i>P. ostreatus</i>	Paja de páramo, de trigo, de cebada, de arroz, pulpa de café, hojas de banano, tallo de plátano, bagazo de caña de azúcar, tallo de maíz, aserrín, residuos de café de consumo humano, pasto elefante, residuos de maíz, y de quinua, Cedrus deodara, Abies pindrow, Populus ciliata, cáscara de semillas de algodón, cascarilla de café, fibra del mesocarpio de palma de aceite, astillas de eucalipto, astillas de álamo, aserrín de Simarouba amara Aubl. y Ochroma pyramidale Cav. ex. Lam., Bactris gasipaes Kunth triturada, caña de azúcar triturada, junco blando (<i>Juncus effusus</i>), paja de sorgo, aserrín de Cedrus deodara, Abies pindrow, Populus ciliata, residuos de la industria de aceites esenciales (<i>Laurus nobilis</i> y <i>Eucalyptus cinnerea</i>), la hierba <i>Leonotis</i> sp, <i>Sida acuta</i> , <i>Parthenium argentatum</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Cassia sophera</i> , <i>Tephrosia purpurea</i> y <i>Lantana camara</i> , tuzas de maíz, rastrojo de quinua y mijo, residuos de la fabricación de leche de soya (okara), kenaf, cáñamo, lino, madera descompuesta, paja de arveja, residuos de pulpa de fruta deshidratada, residuales de extractos de hierbas como ginseng.	Heno de alfalfa, granos de cervecería, harina de trigo, harina de plumas, urea, sulfato de amonio, extracto de levadura, fitohormonas obtenidas de <i>Rhizobium</i> sp., salvado de soya, salvado de trigo, salvado de arroz, semilla de mijo, cal, caliza molida, KH_2PO_4 , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, $CaCO_3$ (2%)
<i>P. eryngii</i>	Paja de cebada, paja de trigo, tallos de algodón, estiércol de cerdo.	Nitrato de amonio, salvado de arroz, extracto de asafoetida
<i>P. sajor – caju</i>	Junco blando (<i>Juncus effusus</i>), paja de trigo.	NH_4NO_3 y Laspargina, agua residual del molido de la oliva, $CaCO_3$

Fuente: Pineda, (2017).

Realizado por: Orna, C. 2023.

Algunos de los suplementos más utilizados son los ricos en nitrógeno, magnesio y fosfatos, estos permiten un mejor crecimiento de los hongos y un mayor agotamiento de los residuos lignocelulósicos utilizados. Todo esto indica que la producción de hongos es un proceso eficiente desde un punto de vista económico, sin embargo, hay que tener en cuenta que no todos los hongos comestibles demandan de las mismas necesidades, por lo que no siempre se obtiene un aprovechamiento eficiente (Solares, 2016, p. 76).

2.2.7. Valor nutricional

El hongo *Pleurotus ostreatus* se caracteriza por sus diferentes propiedades organolépticas, que se ven reflejadas en un agradable aroma, aspecto y la utilización en la elaboración de varios platos, el contenido de proteína cruda y de la composición química del hongo tales como el cadmio,

potasio, sodio y fósforo, va a depender del sustrato que se utilice a su vez el porcentaje del carpóforo como se muestra en la ilustración:

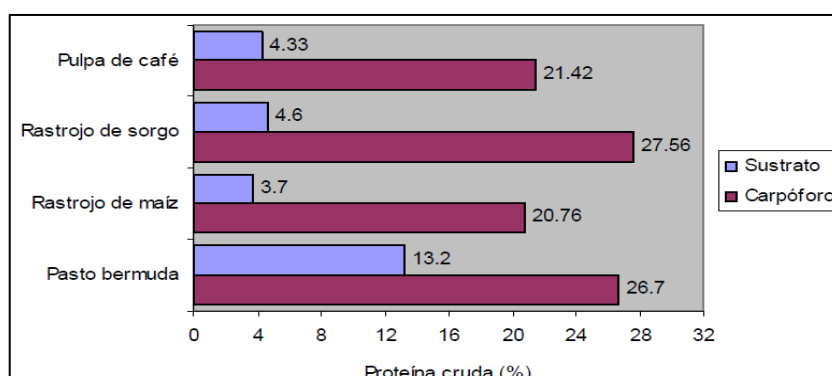


Ilustración 3-2: Porcentajes de proteína con respecto a los sustratos y los carpóforo.

Fuente: (Ardón, 2017).

De acuerdo con la investigación desarrollada por Amílcar (2016) donde se habla sobre el valor nutricional de los hongos y la importancia de los aminoácidos en la dieta diaria del ser humano, en dicha investigación se concluyó que las cepas de los hongos *P. ostreatus* contienen todos los aminoácidos esenciales que son comprendidos entre 25 al 40 % del total.

La investigación propuesta por Muñoz (2015) trata sobre el champiñón y todos los beneficios que este contiene, por ejemplo: las sustancias que permiten disminuir la glucosa presente en la sangre, contenido de colesterol, combate el SIDA y detiene el desarrollo del cáncer. En la Tabla 3-2 se muestra la comparación nutricional del champiñón que se encuentra en peso fresco expresada en porcentaje en comparación con otros alimentos.

Tabla 3 -2: Comparación nutricional del champiñón.

Componente	Champiñón	Espinaca	Papa	Leche	Carne
Agua	88-90	93	75	87	66
Proteína	2.95-3.70	2.2	2	3.5	18
Grasas	0.25-0.30	0.3	0.1	3.7	14.8
Minerales	1.00	1.9	1.1	0.7	0.5
Fibra	1.00	1.6	0.8	0.3	0.4
Calorías	27	23	87	60	214
Valor nutritivo	22	26	9	25	43

Fuente: Muñoz, (Cultivo de Champiñones, 2015).

En la tabla 3-2 se puede observar los resultados obtenidos en la investigación presentada por Muñoz (2015), en donde se evidencia que el champiñón en algunos parámetros es superior con

respecto a las otras especies es por eso que los hongos son una gran fuente de nutrientes, además su proceso de producción no afecta al medio ambiente, de hecho, la presencia de estos brinda equilibrio al mismo tiempo que brindan armonía al medio en el que se encuentran.

2.2.7.1. Análisis bromatológico del hongo

Este análisis es una técnica que estudia de manera integral a los alimentos, gracias a esta disciplina se puede conocer los diferentes parámetros que se encuentran en ellos tanto de consumo animal como humano.

De acuerdo a varias investigaciones se encontró una pequeña diferencia en el análisis bromatológico del carpóforo de *Pleurotus ostreatus* lo cual se puede observar en la tabla, es importante conocer la composición bromatológica del hongo comestible para tener un mejor entendimiento de lo que el mismo aportara a la dieta diaria en caso de empezar a consumirlo, otra de las ventajas del mismo es en la reducción del crecimiento de tumores, a su vez también son una fuente potencial de bioantioxidantes entre otros beneficios importantes, a continuación se tiene la composición bromatológica de acuerdo con varios autores:

Tabla 4 -2: Análisis bromatológico.

Componente	(Muñoz, 2015)	(Garzón, 2020)	(Lindao, 2016)
Grasas	3.1-9.25	0.8-2.0	1.5-5.0
Agua	87- 93%	88-91	90
Proteína	24.64-30.40	14.40-19.90	15.70-30.0
Carbohidratos	26.33-30.46	51.6-62	50-57
Minerales	7.66-8.79	0.83-13.3	7.90-8.0
Fibra	32.14-36.81	13.70-15.60	8.5-14
Calorías	345	300	150-350

Realizado por: Orna, C. 2023.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

El presente proyecto es un estudio de tipo exploratorio, explicativo y descriptivo, con un diseño experimental a conveniencia que nos permitirá ensayar las determinantes para el crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*, con el uso de 3 residuos (rastrajo de quinua, aserrín de pino y aserrín de eucalipto); además nos permitirá comprobar la calidad del producto mediante el análisis bromatológico del hongo.

3.2. Enfoque de investigación

La investigación sigue un enfoque experimental, cualitativo y cuantitativo debido a que se observará las características organolépticas de los hongos comestibles, a su vez, se realizará un análisis bromatológico, que es el enfoque cuantitativo donde se obtendrán valores proteicos, porcentaje de agua, fibra, entre otros, respecto al hongo obtenido, se cuantificará el peso y el rendimiento de cada seta respecto al sustrato y se observará los diámetros del hongo.

3.3. Alcance de investigación

En el presente trabajo de investigación se llevará a cabo diferentes análisis y ensayos al hongo obtenido con el fin de conocer su composición bromatológica y saber que sustrato es el ideal para la producción de este hongo, por lo tanto, se realizará diferentes experimentaciones en donde se espera obtener un mejor crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*, el cual será llevado al laboratorio para estudiar las características que posee el producto a su vez compararlas con otras investigaciones con el fin de obtener más información sobre el presente estudio.

3.4. Diseño de investigación

3.4.1. Identificación de variables

El presente proyecto al tener un enfoque experimental constará de variables independientes y dependientes, las cuales se detallan a continuación en la tabla 5-3:

Tabla 5 -3: Identificación de variables.

Variables		Etapa de Proceso
Variable Independiente	Mezcla de sustratos	Cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .
Variable Dependiente	Porcentaje de rendimiento	

Realizado por: Orna, C. 2023.

3.4.2. Operacionalización de variables

En la tabla 6-3 se tiene la Operacionalización de variables del presente proyecto de investigación.

Tabla 6 -3: Operacionalización de variables.

Variab Independiente/ Dependiente	Sub variable	definición operacional	Indicadores	Equipos de medición	Unidades
Mezcla de sustratos	Residuos de Aserrín de pino, Aserrín de eucalipto y Rastrojo de Quinoa	Residuos provenientes de la agroindustria, ricos en carbono lignocelulósico, ideales para la producción de hongos comestibles debido a sus características físico- químicas.	Composición química, Humedad Cenizas Fibra y Tamaño de partícula	Calibrador	1-2 cm
				Balanza	gramos (gr)
Porcentaje rendimiento	Crecimiento del hongo en el sustrato	Es la relación entre las unidades del porcentaje del peso fresco del hongo y el peso del sustrato húmedo.	Biomasa	Balanza gravimétrica	%

Realizado por: Orna, C. 2023.

En la tabla 7-3 se tiene la matriz de consistencia del presente trabajo de investigación. En esta tabla se desarrolló las hipótesis y problemas específicos para cada uno de los objetivos planteados y la técnica que se ocupará para la recolección de datos.

Tabla 7- 3: Matriz de consistencia

ASPECTOS GENERALES				
PROBLEMA GENERAL		OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	
<p>En el Ecuador la industria agroindustrial es considerada de gran impacto ambiental por los residuos que genera. Por tal razón, se busca integrar un sistema de producción y conservación de un producto alimenticio como es el hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>, el cual se desarrolla en sustratos como el aserrín de pino, eucalipto y rastrojo de quinua los cuales poseen excelentes características lignocelulósicas, son fáciles de encontrar, tienen un bajo costo en el mercado y se puede aprovechar su cantidad, permitiendo obtener un producto con alto valor nutricional.</p>		<p>Aprovechar el aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua como sustrato para el cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>.</p> <p>-</p>	<p>Con la mezcla de sustratos de aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua mejorará la producción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>.</p>	
ASPECTOS ESPECÍFICOS				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<p>¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas de los residuos utilizados como sustratos en el cultivo y producción del <i>Pleurotus ostreatus</i>?</p>	<p>Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de los sustratos de aserrín y rastrojo de quinua utilizados para el cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>.</p>	<p>Mediante la caracterización de las propiedades físico-químicas de los sustratos de aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua, se espera que el hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> tenga un buen</p>	<p>- aserrín de pino, eucalipto y rastrojo de quinua.</p>	<p>- pruebas de tamaño, humedad, cenizas y fibras</p>

		rendimiento en los tres sustratos evaluados.		
¿Cuál es la mezcla ideal de los sustratos que permita obtener un hongo con altas propiedades nutricionales?	Preparar el sustrato en diferentes porcentajes de mezcla, para el cultivo del hongo, que tiene altas propiedades nutricionales.	Al realizar combinaciones de los sustratos en diferentes proporciones se determinará el crecimiento del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .	Mezcla de sustratos	- Pesaje con una balanza gravimétrica, medición del peso en una balanza
¿Cuánto es la cantidad de biomasa que se obtiene de los sustratos de aserrín de pino-eucalipto y rastrojo de quinua?	Evaluar el rendimiento de producción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> , en las mezclas de sustratos.	Del cultivo del hongo en la mezcla de sustratos se determinará su mayor rendimiento.	- Peso del hongo - Peso del sustrato húmedo	- Pesaje con una balanza gravimétrica, relación del peso del hongo y sustrato
¿Cuál es el análisis bromatológico del cultivo de hongos comestibles?	Realizar análisis bromatológicos de la producción de hongos comestibles	Mediante el análisis bromatológico del cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> se evaluará su valor nutritivo	- Hongos cosechados frescos	- Análisis bromatológicos.

Realizado por : Orma, C. 2023.

3.4.3. Diseño experimental de la investigación

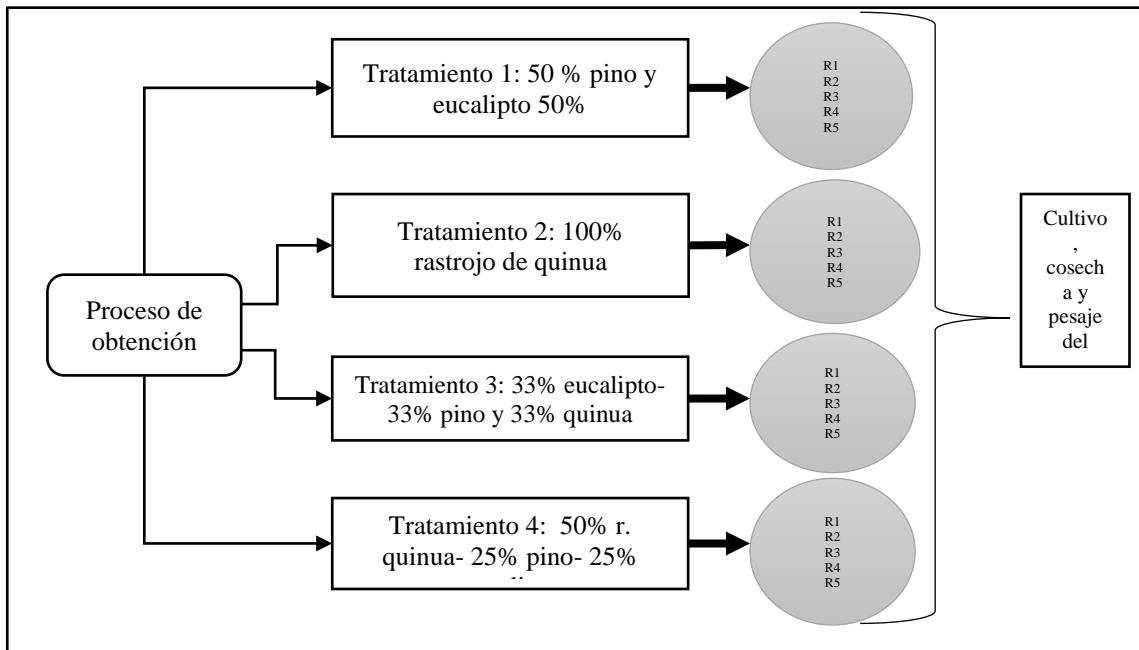


Ilustración 4-3: Diseño experimental de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Realizado por: Orna, C. 2023.

En el presente proyecto se llevará a cabo 4 tratamientos, donde el peso de la unidad experimental será de 800 gr, primero se realizará la mezcla de sustrato de pino-eucalipto 50% para cada sustrato, segundo se utilizará 100% de rastrojo de quinua; para el tercer tratamiento se realizará bolsas de pino-eucalipto y rastrojo como sustrato 33% para cada uno de estos, finalmente se realizará un 50% de pino y eucalipto, esto quiere decir 25% de cada aserrín y 50% de rastrojo de quinua para el cuarto tratamiento, se ejecutaran 4 repeticiones de cada uno de los tratamientos teniéndose 5 bolsas por cada uno de los tratamientos y un total de 20 bolsas cultivadas con el hongo *Pleurotus ostreatus*, esto se desarrolló con el fin de comparar los resultados obtenidos y observar que sustrato obtuvo el mejor rendimiento y poder así definir el sustrato ideal para la obtención del hongo *Pleurotus ostreatus*.

3.4.4. Diagrama de flujo del proceso de cultivo del hongo *pleurotus ostreatus*.

La ilustración 5-3, muestra el proceso que se siguió para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, por medio del uso de un diagrama de flujo en el cual se detalla cada operación. Para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* se llevó a cabo cuatro fases; primero se inoculó en la caja Petri, con la finalidad de que la cepa del hongo invada todo el agar; para la segunda etapa se llevó a cabo la siembra de esta cepa en los granos de cebada; la tercera fase consistió en sembrar

la semilla en el sustrato previamente puesto en remojo por 24 h y finalmente se cultivó y cosechó el hongo.

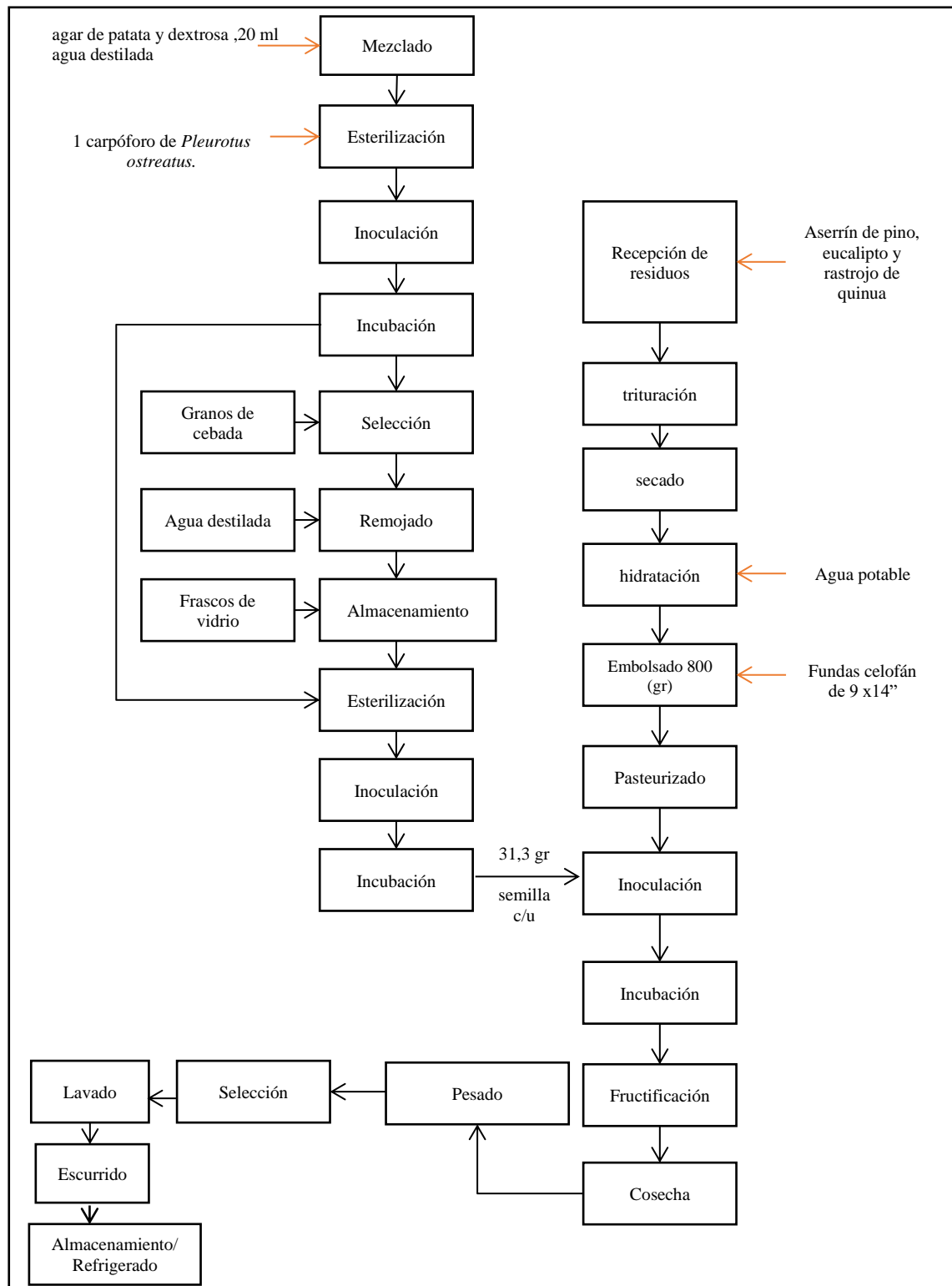


Ilustración 5-3: Diagrama de flujo del proceso de cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Realizado por: Orna, C. 2023.

3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

Para la recolección de datos se utilizarán dos fuentes que son primarias y secundarias:

Fuentes primarias: se llevará a cabo una revisión bibliográfica con el fin de recopilar información que sirva para el desarrollo correcto de la investigación para lo cual se utilizará diferentes fuentes como: tesis de grado, investigaciones, artículos científicos, libros etc.

Fuentes secundarias: Se llevarán a cabo diferentes pruebas con el fin de obtener datos que ayuden a determinar las diferentes características que presenta el hongo *Pleurotus ostreatus*. Para lo cual se utilizará diferentes pruebas y análisis como: análisis cuantitativo, cualitativo, análisis bromatológico, análisis estadístico.

Se realizará pruebas de caracterización de la materia prima, las cuales se muestran a continuación: La tabla 8-3 detalla los materiales, reactivos y procedimiento utilizado para la determinación del contenido de cenizas.

Tabla 8-3: Determinación del contenido de cenizas.

MÉTODO DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS (923.03 A.O.A.C)	
Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mufla ➤ Balanza analítica ➤ Desecador ➤ Crisol ➤ Pinzas ➤ Reverbero 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2g de muestra.
Procedimiento	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar el crisol limpio y seco por una hora en una mufla a 550 °C. 2. Sacar de la mufla utilizando unas pinzas y llevar a enfriar en un desecador por una hora o hasta que se encuentre a temperatura ambiente. 3. Pesar el crisol en una balanza analítica y registrar los datos (C₁). 4. Pesar 2g de muestra previamente homogenizada, registrar como (C₂). 5. Precalcinar la muestra en un reverbero evitando que se inflame, luego colocar en la mufla a 550° C por 24 horas hasta que las cenizas se tornen blancas o grisáceas. 6. Utilizando unas pinzas transferir el crisol a un desecador hasta que alcance la temperatura ambiente 7. Pesar el crisol en una balanza analítica y registrar el dato como (C₃) 	
Cálculos: $\%cenizas = \frac{c_3 - c_1}{c_2 - c_1} * 100$	
C ₁ = Masa del crisol vacío en gramos C ₂ = Masa del crisol con la muestra en gramos C ₃ = Masa del crisol con las cenizas en gramos.	

Realizado por: Orna, C. 2023.

La tabla 9-3 indica los reactivos, materiales y procedimiento a utilizarse para la determinación de humedad.

Tabla 9-3: Determinación de humedad.

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (AOAC 925.10.)	
Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estufa ➤ Balanza analítica ➤ Desecador ➤ Crisol ➤ Pinzas de crisol 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5g de muestra.
Procedimiento	
<ol style="list-style-type: none"> 8. Se pesa el crisol en una balanza analítica y se registra el dato CV 9. Adicionar 5g de muestra al crisol y pesar en la balanza analítica, registrar el dato CM1 10. Regular la temperatura de la estufa a 105°C. 11. Utilizando unas pinzas colocar el crisol en el horno durante un periodo de 3 horas 12. Utilizando unas pinzas transferir el crisol a un desecador (con desecante en el fondo) hasta que alcancen la temperatura ambiente 13. Pesar el crisol en una balanza analítica y registrar el dato CM2 	
<p>Cálculos:</p> $\%Humedad = \frac{CM2 - CV}{CM1 - CV} * 100\%$ <p>Donde: CM1= Cápsula con muestra 1 CM2= Cápsula con muestra 2 CV= Cápsula vacía</p>	

Realizado por: Orna, C. 2023.

Se estudiará las características presentes en el hongo como color, peso, olor, forma del sombrero, anillo, tallo, etc. para lo cual se hará pruebas mediante la observación de forma macroscópica y de forma microscópica se utilizará un microscopio que ayudará a observar las características del hongo.

A continuación, en la tabla 10-3 y 11-3 detallan las pruebas físicas y el procedimiento a utilizarse.

Tabla 10-3: Peso del hongo.

Técnica	Procedimiento
Peso del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	se determina el peso del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> fresco de los cuerpos fructíferos del mismo dado en gramos, mediante la utilización de una balanza analítica, se deben pesar todos los carpóforos frescos y realizar un promedio de estos para cada tratamiento

Realizado por: Orna, C. 2023.

Tabla 11-3: Tamaño de los cuerpos fructíferos.

Técnica	Procedimiento
Tamaño de los cuerpos fructíferos	Se determina midiendo el ancho y largo del sombrero de todos los carpóforos producidos en cm con la ayuda de una regla y se realiza un promedio de todos estos datos.

Realizado por: Orna, C. 2023.

También se realizará pruebas bromatológicas del hongo, con la finalidad de conocer la calidad de este producto.

Las siguientes tablas muestran las pruebas bromatológicas que se realizarán al hongo obtenido:

Tabla 12-3: Prueba de humedad

Humedad
Para la realización de esta prueba se utilizará la norma INEN 1235, la cual consiste en pesar el crisol en una balanza analítica y se registra el dato CV, adicionar 5g de muestra al crisol y pesar en la balanza analítica, registrar el dato CM1, regular la temperatura de la estufa a 105°C, utilizando unas pinzas colocar el crisol en el horno durante un periodo de 3 horas, utilizando unas pinzas transferir el crisol a un desecador (con desecante en el fondo) hasta que alcancen la temperatura ambiente y finalmente pesar el crisol en una balanza analítica y registrar el dato CM2.
Los Cálculos que se deben realizar son:
$\%Humedad = \frac{CM2 - CV}{CM1 - CV} * 100\%$
Donde: CM1= Cápsula con muestra 1 CM2= Cápsula con muestra 2 - CV= Cápsula vacía

Realizado por: Orna, C. 2023.

Tabla 13-3: Prueba de ceniza

Ceniza
<p>Para el cálculo de la ceniza se utilizará la norma INEN 401, para lo cual se debe colocar el crisol limpio y seco por una hora en una mufla a 550 °C, sacar de la mufla utilizando unas pinzas y llevar a enfriar en un desecador por una hora o hasta que se encuentre a temperatura ambiente, pesar el crisol en una balanza analítica y registrar los datos (C₁), pesar 2g de muestra previamente homogenizada, registrar como (C₂), pre calcinar la muestra en un reverbero evitando que se inflame, luego colocar en la mufla a 550° C por 24 horas hasta que las cenizas se tornen blancas o grisáceas, utilizando unas pinzas transferir el crisol a un desecador hasta que alcance la temperatura ambiente. Finalmente, pesar el crisol en una balanza analítica y registrar el dato como (C₃).</p>
<p>La fórmula que se utiliza es:</p> $\%cenizas = \frac{c_3 - c_1}{c_2 - c_1} * 100$ <p>C₁= Masa del crisol vacío en gramos C₂= Masa del crisol con la muestra en gramos - C₃= Masa del crisol con las cenizas en gramos.</p>

Realizado por: Orma, C. 2023.

Tabla 14-3: Prueba de Fibra cruda (MS)

Fibra cruda (MS)
<p>Para el cálculo de fibra cruda se utilizará la norma INEN 522, para lo cual se debe colocar de 0.1 mg a 3 g de muestra y se transfiere a un dedal de porosidad adecuada, posteriormente se tapa con algodón posteriormente colocar en la estufa calentada a 130 ± 2°C, por una hora. Llevar a un desecador para enfriar hasta temperatura ambiente, colocar en el Soxhlet y llevar acabo la extracción de la grasa con una cantidad suficiente de éter anhidro; el tiempo de extracción será de cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o por un tiempo de 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.</p> <p>Sacar el dedal con la muestra sin grasa, dejar en el medio ambiente para que se evapore el solvente, colocarlo en la estufa y llevar a una temperatura de 100°C, por el tiempo de dos horas. Transferir al desecador y dejar enfriar a la temperatura ambiente. Pesar, con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 2 g de la muestra desengrasada y transferir al balón de precipitación de 600 cm³, con mucho cuidado. Agregar aproximadamente 1 g de asbesto preparado, 200 cm³ de solución hirviendo, 0,255 N de ácido sulfúrico, una gota de antiespumante diluido o perlas de vidrio. Colocar el balón de precipitación y su contenido en el aparato de digestión, dejar hervir durante 30 min exactos, girando el balón periódicamente, para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes.</p> <p>Filtrar a través de la tela de tejido fino puesta en el embudo, el que, a su vez, se coloca en el Erlenmeyer de 1 000 cm³, lavar el residuo con agua destilada caliente, hasta que las aguas de lavado no den reacción acida. Colocar el residuo en el balón de precipitación, agregar 200 cm³ de solución 0,313 N de hidróxido de sodio hirviendo, colocar en el aparato de digestión y llevar a ebullición durante 30 min exactos. Filtrar a través de la tela de tejido fino, lavar el residuo con 25 cm³ de la solución 0,255 N de</p>

ácido sulfúrico hirviendo y luego con agua destilada hirviendo, hasta que las aguas de lavado no den reacción alcalina. El residuo es transferido cuantitativamente al crisol de Gooch que contiene asbesto, y previamente pesado, agregar 25 cm³ de alcohol etílico poco a poco y filtrar aplicando el vacío. Colocar el crisol Gooch y su contenido en la estufa calentada a 130 ± 2°C por el tiempo de dos horas, transferir al desecador, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar. Colocar el crisol con la muestra seca en la mufla e incinerar a una temperatura de 500 ± 50°C, por el tiempo de 30 min; enfriar en desecador y pesar. Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito.

Cálculos

$$F_c = \frac{(m1 - m2) - (m3 - m4)}{m} \times 100$$

Siendo:

- F_c = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.
 m = masa de la muestra desengrasada y seca, en g.
 $m1$ = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g.
 $m2$ = masa de crisol contiendo asbesto después de ser incinerado, en g.
 $m3$ = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g.
 $m4$ = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto, después de ser incinerado, en g

Realizado por: Orna, C. 2023.

Tabla 15-3: Prueba de proteína cruda (MS)

Proteína cruda
<p>Para el cálculo de la ceniza se utilizará la norma INEN 1670, para lo cual se sigue el siguiente procedimiento:</p> <p><i>Mineralización:</i> Pesar con precisión de 1 mg, aproximadamente, 1 g de muestra e introducir en el matraz de mineralización. Añadir 10 a 15 g de sulfato potásico, 0,3 a 0,4 g del catalizador óxido de cobre a 0,9 a 1,2 g de sulfato cúprico, 25 cm³ de ácido sulfúrico y algunos núcleos de ebullición. Homogenizar. Calentar el matraz inicialmente con moderación, agitando, de vez en cuando, hasta carbonización de la masa y desaparición de espuma, calentar más intensamente hasta ebullición, evitando el sobrecalentamiento y adherencia de partículas orgánicas. Cuando la solución aparece transparente e incolora (verde claro en presencia de catalizador a base de cobre), mantener la ebullición una hora, dejando enfriar a continuación.</p> <p><i>Destilación:</i> Añadir con precaución y agitando 250 a 350 cm³ de agua, comprobando que los sulfatos estén disueltos totalmente. Dejar enfriar, añadir algunos gránulos de cinc y algunas gotas de indicador de fenolftaleína. Introducir en el matraz colector del equipo de destilar 25 cm³ exactamente medidos, de ácido sulfúrico 0,1 N ó 0,5N, según que el producto sea pobre o rico en materias nitrogenadas y algunas gotas de indicador rojo de metilo. Unir el matraz al refrigerante del equipo de destilación, sumergiendo la parte extrema de éste en el líquido del matraz colector por lo menos 1 cm. Introducir lentamente en el matraz, por medio de un embudo con llave, 120 cm³ de solución de hidróxido de sodio, al 30% o más cantidad, si fuera necesario, debiéndose mantener la coloración roja, hasta el fin de la destilación. Calentar el matraz de manera que se destile 150 cm³ de líquido en 30 minutos. Después de este tiempo comprobar la neutralidad del destilado por medio del papel de tornasol. Si la reacción es alcalina, continuar con la destilación hasta que el papel de tornasol indique neutralidad en la solución. Al final de la destilación, observar, de vez en cuando, la coloración de la solución en el</p>

colector. Si viraa amarillo, añadir enseguida un volumen exactamente medido de ácido sulfúrico, 0,1 N ó 0, 5N.

Valoración: Valorar en el matraz colector el exceso de ácido sulfúrico con la solución de hidróxido sódico 0,1 N ó 0,25N, según la normalidad del ácido sulfúrico utilizado hasta que la solución vire al amarillo claro.

La fórmula que se utiliza es:

$$PT = \frac{1,4 \times 6,25 (V \times N - V' \times N')}{m}$$

Donde:

PT = contenido de proteína total

V = volumen, en cm³ de ácido sulfúrico
introducido en el vaso N = normalidad de
la solución de ácido sulfúrico

V' = volumen, en cm³ de NaOH consumido
en la valoración N' = normalidad de la
solución de NaOH.

m = masa de la muestra, en gramos

Realizado por: Orna, C. 2023.

Tabla 16-3: Prueba de Grasa

Grasa
<p>Para el cálculo de la ceniza se utilizará la norma INEN 523, se lleva a cabo la determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada. Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a $100 \pm 5^\circ\text{C}$, por el tiempo de una hora. Transferir al desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente. En el dedal de Soxhlet, pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2,35 g de la muestra de harina, 2 g de arena bien seca; mezclar íntimamente con la espátula, limpiando ésta con el pincel. Colocar algodón hidrófilo en la parte superior del dedal a manera de tapa e introducir en la estufa calentada a $130 \pm 5^\circ\text{C}$, por el tiempo de una hora, y luego transferir el dedal con su contenido al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente. Colocar el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidro y extraer durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o durante 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo. Terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los res- tos de disolvente en baño María. Colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a $100 \pm 5^\circ\text{C}$; enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar. Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,2 mg.</p>

La fórmula que se utiliza es:

$$G = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} \times 100$$

Siendo:

G = contenido de grasa en la harina de origen vegetal, en porcentaje de masa. m = masa de la muestra, en g.

m1 = masa del balón vacío, en g.

m2 = masa del balón con grasa, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

Realizado por: Orna, C. 2023.

A su vez, se pretende realizar pruebas de rendimiento de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, las cuales se detallan a continuación en la tabla 17-3:

Tabla 17- 3: Pruebas de rendimiento.

Técnica	Procedimiento
Porcentaje de rendimiento en el cultivo	<p>Se determina mediante la relación del peso del carpóforo fresco y el peso húmedo del sustrato, los dos en gramos y se utiliza la siguiente ecuación:</p> $\%RP_x = \frac{\text{Peso fresco de carpóforo}}{\text{Peso húmedo de sustrato}} \times 100\%$

Realizado por: Orna, C. 2023.

Análisis estadístico ANOVA

En el análisis estadístico se utilizará Minitab el cual es un software que incluye paquetes de análisis estadísticos (ANOVA) es un análisis de varianza el cual prueba las hipótesis nula e hipótesis alterna planteadas revisando la importancia de los factores al comparar las medias de las variables, mediante el análisis de datos dará como resultado cuál de los tratamientos es el más óptimo mediante una gráfica de tratamiento vs el rendimiento para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.

CAPITULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Marco de resultados y discusión de resultados.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos propuestos en el presente proyecto, a continuación, se tiene los resultados obtenidos en cada uno de los procedimientos realizados.

4.1.1. *Características macroscópicas de la cepa*

Los resultados que se obtuvieron en el crecimiento del micelio en el medio de cultivo fueron los siguientes: El hongo cubrió 1 de las 3 cajas petris en 12 días y las otras dos se colonizaron totalmente en un tiempo de 13 a 14 días, todo esto se realizó a una temperatura de 30 °C, las características de la cepa se describen a continuación en la tabla 18-4.

Tabla 18-4: Resultados de las características macroscópicas de la cepa.

Características	Resultados
Color	Blanco
Textura	Algodonosa
Densidad	Regular

Realizado por: Orna, C. 2023.

En la tabla 18-4, se puede observar los resultados obtenidos respecto a las características de la cepa. Amílcar (2016), en su investigación detalla resultados muy similares con respecto a la temperatura y tiempo de colonización total, el autor expone que la temperatura de crecimiento osciló entre los 7 y 37 °C y el tiempo que se demoró el hongo en cubrir fue de 12 días, por lo que se puede observar que no se tiene mayor diferencia con los datos obtenidos. A su vez, los resultados obtenidos en la investigación realizada por Espín (2021) reflejan que existe una diferencia significativa en la temperatura ocasionando que el tiempo también varíe debido a que se ocupó una temperatura de 23 °C y el tiempo que se demoró el hongo en cubrir la caja Petri fue de 16 días, evidenciando que el tiempo fue mayor al obtenido en la presente investigación.



Ilustración 7-4: Semilla del hongo *Pleurotus ostreatus*

Realizado por: Orna, C. 2023.

4.1.3. Resultados obtenidos en la caracterización de la materia prima

La tabla 20-4 muestra los resultados obtenidos en la caracterización de la materia prima utilizada como sustrato.

Tabla 20-4: Resultados de la caracterización de la materia prima

Sustrato	Cenizas (%)	Humedad (%)
Aserrín de Pino	1.25	45
	1.27	45.38
Aserrín de Eucalipto	1.23	51
	1.26	50.4
Rastrojo de Quinua	8.46	32.79
	8.63	32.34

Realizado por: Orna, C. 2023

En la tabla 20-4, se detalla la caracterización de la materia prima en donde se puede observar que la humedad del aserrín de pino y del eucalipto es mayor a la del rastrojo de quinua, de acuerdo con la investigación de Espín (2021), el rastrojo de quinua tiene una humedad de 11.65 % y un porcentaje de ceniza del 6,79, por lo que estos resultados no son similares a los obtenidos. Por otro lado, la investigación realizada por Pineda (2017), sobre el aserrín de pino reveló que el aserrín puede llegar a contener una humedad entre el 40 y 60%, comparando estos resultados con los obtenidos en la tabla 14-4, se puede observar que el contenido de humedad obtenido se encuentra dentro del rango que se estableció en dicha investigación y no existe una diferencia mayor y

finalmente en la misma investigación se detalló un porcentaje para ceniza de 1.22%, por lo que no existe una diferencia con los resultados obtenidos. La investigación realizada por Venero, et al. (2016), indica que el aserrín de eucalipto contiene un 50% de humedad y 1.02% de ceniza , con esta información se puede concluir que no se tiene una diferencia significativa.

4.1.4. *Tiempo de producción requerido para el pleurotus ostreatus*

En la tabla 21-4, se tiene el tiempo total de producción del hongo para cada tratamiento.

Tabla 21-4: Tiempo de producción requerido para el Pleurotus ostreatus

Tratamiento	Preparación de la semilla	Inoculación en granos de trigo	Inoculación en sustrato	Fructificación	Tiempo total de producción
T1	12	12	17	15	56
T2	12	12	13	17	54
T3	12	12	15	15	54
T4	12	12	15	14	53

Realizado por: Orna, C. 2023.

En la tabla 21-4 se detalla el tiempo de producción en cada uno de los tratamientos donde se puede observar que el tratamiento con menos tiempo de producción total es el T4 cuya mezcla de sustrato fue 25% de pino, 25 % de eucalipto y 50% de quinua. Por otro lado, el T1 compuesto por 50 % de pino y 50% de eucalipto como sustrato, obtuvo el mayor tiempo total de producción con 56 días. Estos resultados pueden ser comparados con la investigación realizada por Coronel (2021) quien realizo 4 experimentos de los cuales, el Experimento 2 tardó 36 días y el experimento 1 tardó 45 días, por lo que se puede observar que los resultados obtenidos en la presente investigación no son similares y tienen una diferencia entre 10 y 20 días, esto se debe a que los sustratos utilizados en dicha investigación fueron residuos obtenidos de la elaboración de cerveza. Así también, Garzón (2020), en su investigación ocupó sustratos como aserrín y rastrojo de quinua y los resultados obtenidos respecto al tiempo de producción total fueron entre 43 y 57 días, por lo que esta información revela que el rango de tiempo con estos sustratos, es similar al obtenido en la presente investigación.

A continuación, la ilustración 8-4 muestra el tiempo de producción del hongo.

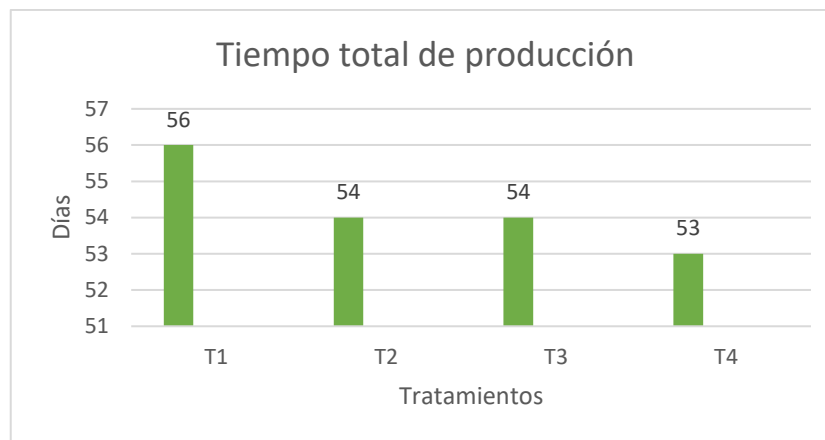


Ilustración 8-4: Tiempo total de producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Realizado por: Orna, C. 2023.

A continuación, la tabla 22-4 muestra los pesos obtenidos de acuerdo a cada tratamiento.

Tabla 22-4: Valores de acuerdo a cada tratamiento.

N°	Tratamiento	mezcla de sustratos	Peso total utilizado	Repeticiones	Cosecha 1 (gr)	PESO (gr)	Cosecha 2 (gr)	PESO (gr)	Peso total de las dos cosechas (gr)
1	T1	50% pino - 50% eucalipto	800	R1	9	63	6	36	99
2				R2	10		5		
3				R3	9		4		
4				R4	20		12		
5				R5	15		9		
6	T2	100% rastrojo de quinua		R1	81	446	33	208	654
7				R2	108		61		
8				R3	116		68		
9				R4	60		16		
10				R5	81		30		
11	T3	33% pino- 33% eucalipto- 33% rastrojo de quinua		R1	93	293	63	168	461
12				R2	48		23		
13				R3	64		33		
14				R4	28		17		
15				R5	60		32		
16	T4	25% pino-25% eucalipto -50% rastrojo de quinua		R1	45	193	21	86	279
17				R2	43		20		
18				R3	35		17		
19				R4	33		12		
20				R5	37		16		

Realizado por: Orma, C. 2023.

Tabla 23-4: Peso total de las cosechas para cada tratamiento.

Tratamiento	Peso total (gr)
T1	99
T2	654
T3	461
T4	279

Realizado por: Orna, C. 2023.

En la tabla 23-4 se detallan los pesos totales de las cosechas de acuerdo con cada tratamiento en donde se tiene que el tratamiento T2 (100% rastrojo de quinua) obtuvo el mayor peso con un valor de 654gr y el T1 obtuvo el menor tratamiento con un valor de 99 gr, estos resultados pueden ser comparados con la investigación realizada por Ardón (2017), en donde se trabajó con una mezcla de aserrín de eucalipto-cedro y se obtuvo 32.17gr en cuatro cosechas. Esta información revela que en la presente investigación se obtuvo una cantidad mayor a lo establecido por dicha investigación y solamente con dos cosechas. Se evidenció que los sustratos utilizados son muy eficaces al momento de producir hongos *Pleurotus ostreatus*.

En la ilustración 9-4, se muestra el peso total de hongo obtenido en cada tratamiento.

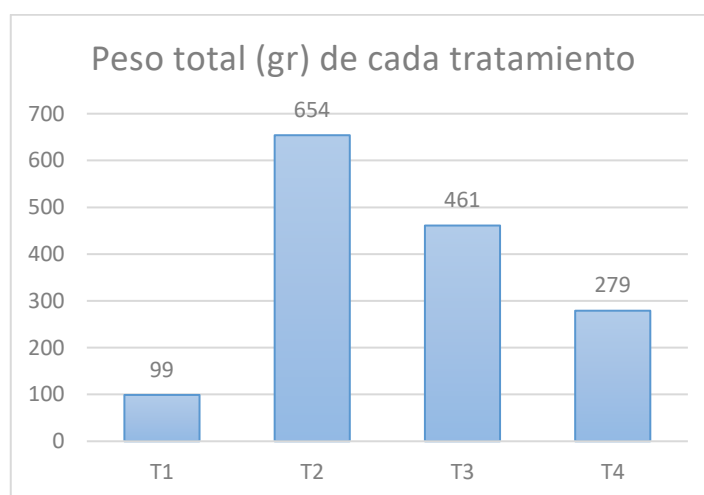


Ilustración 9-4: peso total del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Realizado por: Orna, C. 2023.

4.2. Resultados del pleurotus ostreatus obtenido.

4.2.1. Análisis de fructificación del hongo

En la tabla 24-4, se muestra los valores de primordios y el tiempo de salida para cada tratamiento.

Tabla 24-4: Valores de acuerdo a cada tratamiento.

Tratamiento	Cantidad de Primordios (total 5 bolsas)	Tiempo de salida (días)
T1	9	13
T2	105	17
T3	75	15
T4	40	15

Realizado por: Orna, C. 2023.

La tabla 24-4 muestra el análisis de fructificación del hongo *Pleurotus ostreatus* de acuerdo a cada tratamiento, en esta, se puede observar que se obtuvo mayor cantidad de Primordios en el tratamiento T2 con un valor de 105 cuyo sustrato era 100% rastrojo de quinua, el tratamiento que le sigue con una cantidad de 75 primordios fue el T3 compuesto por 33% de pino -33% de aserrín de eucalipto y 33% de rastrojo de quinua y por último el tratamiento que obtuvo menos primordios fue el T1 con 9 primordios, cuyo sustrato fue 50% pino y 50% eucalipto, todos estos tratamientos obtuvieron un tiempo de salida entre 13 y 17 días, siendo el T1 el tratamiento con menos días y el T2 el tratamiento con más días. Al comparar estos resultados con la investigación desarrollada por Acosta (2019), quien utilizó como sustrato una mezcla de aserrín y cáscara de cacao para desarrollar tres experimentos, se puede observar que el tiempo de salida osciló entre 12 a 22 días y se obtuvieron entre 10 y 30 primordios en cada experimento. Con estos resultados se observó que existe una diferencia en el número de primordios obtenidos, mas no en el tiempo de salida, esto puede deberse a las mezclas de sustratos utilizados y otros factores como temperatura y humedad del sustrato. A continuación, la ilustración 10-4 muestra el análisis de fructificación.

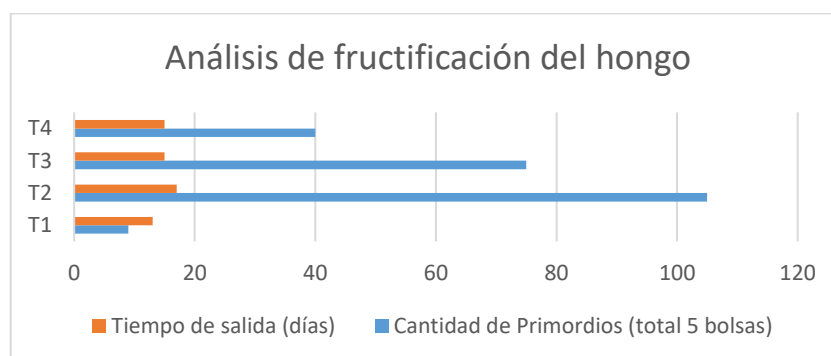


Ilustración 10-4: Análisis de fructificación del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Realizado por: Orna, C. 2023.

4.2.2. Análisis físico de los hongos obtenidos

En la tabla 25-4, se tiene el resultado del análisis físico del hongo para cada tratamiento.

Tabla 25-4: Resultados del análisis físico del hongo.

Tratamiento	Número de hongos obtenidos	Dimensiones del Tallo (cm)	Diámetro del Sombrero (cm)	Color Inicial	Color final
T1	7	0.8-1.2	4-6	Negro	Blanco hueso
T2	37	1.3-1.5	5-9	Negro	Blanco hueso
T3	27	1.3-2	8-9	Negro	Blanco hueso
T4	19	1.1-2	5-10	Negro	Blanco hueso

Realizado por: Orna, C. 2023.

En la tabla 25-4 se tiene las características físicas del hongo cultivado, en donde se puede observar que el tratamiento T2 tiene el mayor número de hongos obtenidos. Por otro lado, las dimensiones del tallo y el diámetro del sombrero son superiores en el tratamiento T4. Se observó que el tratamiento con menor número de hongos obtenidos fue el T1 (50% aserrín pino y 50% aserrín eucalipto) en este se logró obtener solamente 7 hongos y el diámetro del sombrero y dimensiones del tallo fueron de 4cm y 0,8 cm respectivamente. Al comparar estos dos resultados con la investigación desarrollada por Garzón (2020), se puede evidenciar que las dimensiones del tratamiento T2 son similares, ya que el autor detalló valores respecto a las dimensiones de 1,29 y 1,55cm y diámetros de sombreros de 6 y 9cm, por lo que esta información ayuda a comprobar que el hongo obtenido se encuentra dentro del rango. A su vez, la investigación detallada por Coronel (Aprovechamiento del subproducto bagazo de malta en la industria cervecera para el cultivo de hongo *Pleurotus ostreatus*, 2021), arrojó valores similares a los obtenidos en el tratamiento uno, y explica que esto puede deberse al sustrato utilizado o también a las condiciones en las que se desarrollaron los hongos.

4.2.3. Análisis del rendimiento del hongo obtenido

A continuación, se muestra en la tabla 26-4 el resultado de rendimiento en cada uno de los tratamientos.

Tabla 26-4: Resultado de Rendimiento para cada tratamiento.

Tratamiento	Cosecha 1 (gr)	Cosecha 2 (gr)	peso total	peso húmedo del sustrato	Rendimiento	Rendimiento total (%)
T1	9	6	15	796	1,88	11,38
	10	5	15	837	1,79	
	9	4	13	861	1,51	
	20	12	32	1042	3,07	
	15	9	24	810	2,96	
T2	81	33	114	829	13,75	81,08
	108	61	169	840	20,12	
	116	68	184	825	22,30	
	60	16	76	749	10,15	
	81	30	111	790	14,05	
T3	93	63	156	772	20,21	59,37
	48	23	71	722	9,83	
	64	33	97	736	13,18	
	28	17	45	832	5,41	
	60	32	92	820	11,22	
T4	45	21	66	802	8,23	34,32
	43	20	63	810	7,78	
	35	17	52	801	6,49	
	33	12	45	906	4,97	
	37	16	53	745	7,11	

Realizado por: Orna, C. 2023.

En la tabla 26-4 se muestra el rendimiento obtenido para cada uno de los tratamientos en donde el tratamiento con mayor rendimiento fue el T2 con un valor de 81.08% y el tratamiento con menos rendimiento fue el T1 con un valor de 11.38 % , este último valor es semejante al expuesto en el estudio de Ardón (2017), quien utilizó como sustrato una mezcla de aserrín y obtuvo un rendimiento del 17%, este dato se encuentra ligeramente por encima del obtenido en la presente investigación para el T1. Por otro lado, Calderón (2012), ocupó para su investigación cascaras de maíz y rastrojo de quinua y obtuvo un rendimiento similar al obtenido en T3 con un valor de 56%.

Es importante que se tome en cuenta las condiciones y el sustrato utilizado para el crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*, ya que esto influirá directamente en el rendimiento.

A continuación, la ilustración 11-4 muestra el rendimiento obtenido en cada tratamiento.

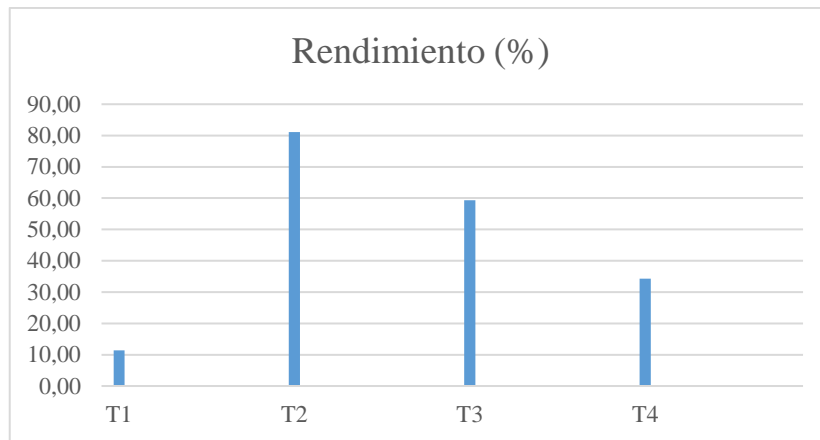


Ilustración 11-4: Rendimiento en cada tratamiento del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Realizado por: Orna, C. 2023.

4.3. Análisis proximal características bromatológicas de los hongos

En la tabla 27-4 se tiene el análisis bromatológico del hongo obtenido.

Tabla 27-4: Análisis bromatológico del hongo.

Análisis	Unidades	*Métodos de análisis	Resultado
Humedad	%	INEN 1235	88.10
Ceniza	%	INEN 401	2.02
Fibra cruda (MS)	%	INEN 522	15.72
Proteína Cruda (MS)	%	INEN 1670	17.47
Grasa	%	INEN 523	2.44

Realizado por: Orna, C. 2023.

En la tabla 27-4 se detallan los resultados del análisis bromatológico realizado al hongo *Pleurotus ostreatus*, los resultados arrojaron que el hongo tiene un alto contenido de humedad con un 88,10%, seguido de proteína con un 17.47% y fibra con un 15.72%, posteriormente se tiene el contenido de grasa y ceniza con un 2.44 y 2.02% respectivamente. Al comparar estos resultados con la investigación realizada por Espín (2021), se puede observar que el porcentaje de proteína fue de 26,78, fibra 10,26%, grasa 2,6% y ceniza 6,41% estos datos no se encuentran alejados a los

obtenidos en la presente investigación, excepto por el contenido de ceniza y el contenido de proteína. Por otro lado, la investigación desarrollada por (Granizo, 2022) detalló los siguientes valores: humedad: 85.07%, cenizas 1.02%, fibra 16.52% , proteína 14.90% y grasa con un 0.83%, esta información nos indica que los resultados obtenidos son muy similares, así también, reflejan que el hongo *Pleurotus ostreatus* es una fuente importante de nutrientes y es ideal para ser incorporado en la dieta diaria como una fuente de proteína y una alternativa alimenticia sana bajo en grasa.

A continuación, la tabla 28-4 muestra todos los resultados obtenidos de forma resumida.

Tabla 28-4: Resumen de los resultados obtenidos.

Tratamientos	Cosecha 1 (gr)	Cosecha 2 (gr)	Rendimiento
T1	9	6	1,88
	10	5	1,79
	9	4	1,51
	20	12	3,07
	15	9	2,96
T2	81	33	13,75
	108	61	20,12
	116	68	22,30
	60	16	10,15
	81	30	14,05
T3	93	63	20,21
	48	23	9,83
	64	33	13,18
	28	17	5,41
	60	32	11,22
T4	45	21	8,23
	43	20	7,78
	35	17	6,49
	33	12	4,97
	37	16	7,11

Realizado por: Orna, C. 2023.

4.3.1. Análisis estadístico

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el análisis estadístico en la tabla 29-4.

El análisis estadístico se lo realiza en función de la tabla 28-4 que muestra el rendimiento de cada mezcla de sustrato en función de las cosechas obtenidas, en la tabla 29-4 se evidencia el análisis planteado para cada una de las hipótesis propuestas en la presente investigación.

Tabla 29-4: Análisis de hipótesis.

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Fuente: Minitab.

Realizado por: Orna, C. 2023.

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

A continuación, la tabla 30-4, muestra el Análisis de varianza realizado.

Tabla 30-4: ANOVA de un solo factor: Rendimiento vs Tratamiento.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	542,6	180,86	12,81	0,000
Error	16	225,8	14,11		
Total	19	768,4			

Fuente: Minitab.

Realizado por: Orna, C. 2023.

La tabla 30-4 se muestra el ANOVA de tratamientos versus el rendimiento (%) verificando que el valor de P (**0.000**) nos indica una cantidad menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$ el cual rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna ya que no todas las medias no son iguales por ende la mezcla de los tratamientos infieren en su rendimiento.

En la tabla 31-4, se detallan los cálculos d media, des. Estándar y el intervalo de confianza del 95% para cada uno de los tratamientos.

Tabla 31-4: Media para cada tratamiento.

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	5	2,242	0,720	(-1,320; 5,804)
T2	5	16,07	4,99	(12,51; 19,64)
T3	5	11,97	5,42	(8,41; 15,53)
T4	5	6,916	1,273	(3,354; 10,478)

Fuente: Minitab.

Realizado por: Orna, C. 2023.

Desv.Est. agrupada = 3,75677

A continuación, la tabla 32-4 se muestran las comparaciones en parejas de Tukey en donde se Agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tabla 32-4: Comparaciones en parejas de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
T2	5	16,07	A		
T3	5	11,97	A	B	
T4	5	6,916		B	C
T1	5	2,242			C

Fuente: Minitab.

Realizado por: Orna, C. 2023.

En la tabla 32-4 se detallan las comparaciones de Tukey en función de los tratamientos versus el rendimiento analizamos que el tratamiento 2 y 1 son significativamente diferentes mientras que los que comparten una letra en los tratamientos 3 y 4 hay un rendimiento significativo de cada uno como se puede ilustrar en la gráfica siguiente.

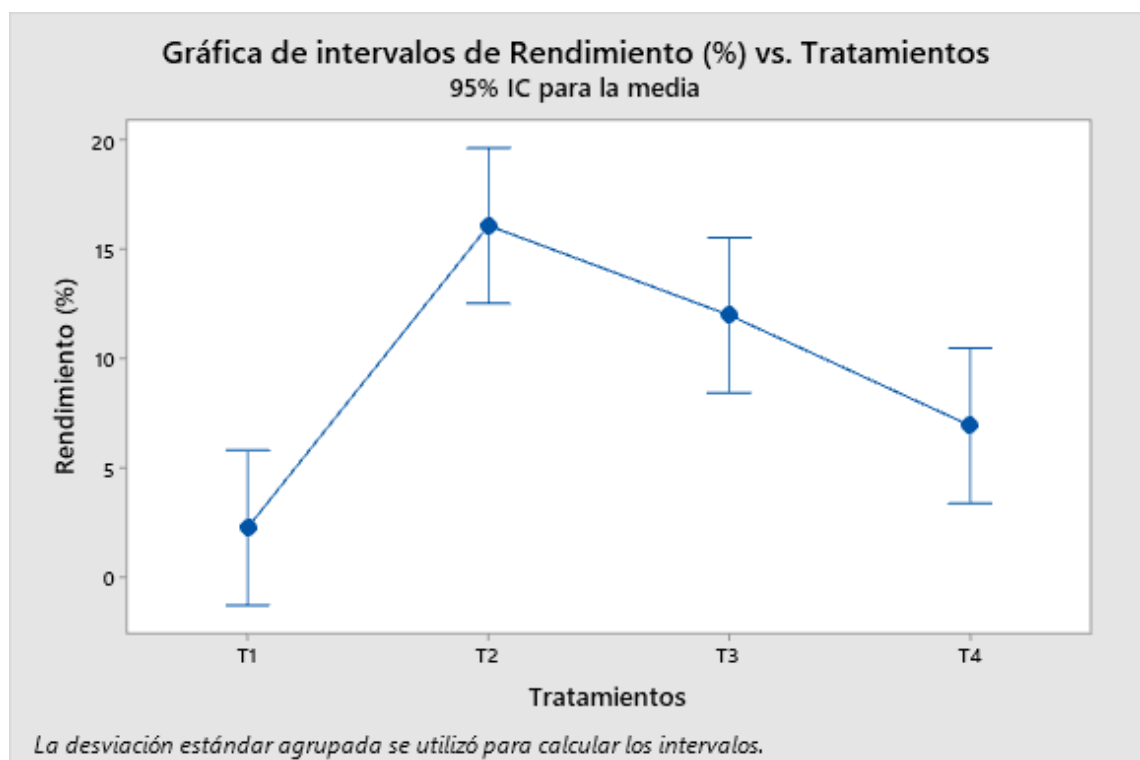


Ilustración 12-4: Gráfica de intervalos de rendimiento (%) vs tratamientos.

Fuente: Minitab.

Realizado por: Orna, C. 2023.

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

- Se realizó la caracterización de los tres sustratos utilizados en la producción de *Pleurotus ostreatus*, considerando los parámetros de humedad y ceniza. El aserrín de eucalipto presentó el mayor porcentaje de humedad con un promedio del 50%, mientras que el rastrojo de quinua mostró el mayor porcentaje de ceniza con un 8,46%. Estos parámetros son esenciales en la producción de hongos comestibles, ya que favorecen la colonización del micelio en el sustrato. Se requiere un alto porcentaje de humedad entre 60 a 80% para que el proceso sea exitoso. A pesar de que el rastrojo de quinua presentó un 32,56% de humedad, se demostró que este sustrato es el más adecuado para la producción de *Pleurotus ostreatus*.
- Se prepararon distintas combinaciones de sustratos y se obtuvieron cuatro tratamientos: T1 (50% aserrín de pino - 50% aserrín de eucalipto), T2 (100% rastrojo de quinua), T3 (33% aserrín de pino, 33% aserrín de eucalipto y 33% rastrojo de quinua) y T4 (25% aserrín de pino, 25% aserrín de eucalipto y 50% rastrojo de quinua), lo que sugiere que los sustratos empleados son eficientes para la producción del hongo.
- Se evaluó el rendimiento de cada tratamiento y se observó que este depende tanto de la composición del sustrato como del tipo de cepa utilizada. El tratamiento T2 (100% rastrojo de quinua) fue el más exitoso con un rendimiento del 81,08%, aunque el hongo colonizó todos los tratamientos con diferentes mezclas de sustratos, los resultados de rendimiento no fueron iguales.
- En conclusión, el análisis bromatológico del hongo *Pleurotus ostreatus* obtenido en este proyecto demostró que es una fuente de proteína con un valor nutricional muy similar al de alimentos comúnmente utilizados en nuestra dieta. Con un contenido de proteína del 17.47%, fibra del 15.72%, humedad del 88.10%, ceniza del 2.02% y grasa del 2.44%, se puede afirmar que este hongo es capaz de reemplazar alimentos comunes como carne, huevo y leche, gracias a su alto nivel nutricional y su bajo contenido de grasa. Además, su producción a partir de sustratos como el rastrojo de quinua demuestra una alternativa sostenible y económica para su cultivo, por lo que se recomienda seguir investigando y explorando el uso de diferentes mezclas de sustratos en la producción de *Pleurotus ostreatus*.
- El análisis estadístico realizado a los resultados del rendimiento en función de las cosechas obtenidas en las cuatro mezclas de sustratos, dio como resultado un valor de $P= 0.000$ en el análisis ANOVA, por lo tanto al ser este valor menor a $\alpha=0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por ende la mezcla de los tratamientos influyen en su rendimiento.

5.2. Recomendaciones

- Para poder comercializar el cultivo de *Pleurotus ostreatus* es necesario realizar un estudio de mercado que permita conocer la aceptación del público y así poder producir a escala industrial. Para lograr esto, es importante investigar más estudios que involucren el uso del rastrojo de quinua como sustrato, ya que se ha demostrado que este sustrato obtiene excelentes resultados por sí solo.
- Además, es fundamental mantener estables los parámetros ambientales como la humedad, temperatura, aireación y ventilación para garantizar un crecimiento y desarrollo óptimo del hongo. También es necesario implementar un estricto control de inocuidad para evitar la contaminación del cultivo. En este sentido, es recomendable utilizar alcohol al 96% para eliminar cualquier tipo de bacteria que pueda encontrarse en la superficie o en el ambiente al momento de la siembra.
- Otra medida importante a tener en cuenta es el uso de un bisturí nuevo y estéril para cortar la semilla y evitar la contaminación del cultivo. Es importante destacar que reutilizar el bisturí podría contaminar el hongo y provocar la aparición de porosidades y la descomposición del mismo.
- Por último, es fundamental cumplir con las condiciones de temperatura adecuadas al invadir la semilla en el sustrato, lo cual debe ser a una temperatura de 30°C. De esta manera se garantizará un crecimiento y desarrollo óptimo del hongo *Pleurotus ostreatus* y se obtendrá un producto de alta calidad nutricional.

6. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA , S. Hongo *Pleurotus Djamor* (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 13-21.

AMÍLCAR, J. *Producción de Pleurotus ostreatus por fermentación sólida* [en línea]. Ibarra-Ecuador: Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente, 2017. [Consulta: 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223131465002.pdf>

ARDÓN, C. *La producción de los hongos comestibles* [en línea]. Guatemala-Guatemala: Cepal, 2017. [Consulta: 13 de octubre del 2022]. Disponible en: chrome-extension: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf

CALDERÓN, J. Determinación de la mejor etapa de aplicación de la fertilización nitrogenada en el sustrato caña de maíz (*Zea mays* L.) para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2012. pp. 24-65.

CORONEL, O. Aprovechamiento del subproducto bagazo de malta en la industria cervecera para el cultivo de hongo *Pleurotus ostreatus* (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba- Ecuador. 2021. pp. 35-63

ESPIN, D. Producción y conservación de hongos comestibles *Pleurotus Ostreatus* [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021. pp. 21-76. [Consulta: 2023-02-12]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17620>

GARZÓN, J. *Producción de Pleurotus ostreatus sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia* [en línea]. Bogotá-Colombia: UNC, 2020. [Consulta: 22 de noviembre del 2022]. Disponible en: <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/113>

GRANIZO, J. Estudio del sistema de conservación post cosecha de la producción industrial del hongo comestible (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2022. pp. 22-89.

GUTIÉRREZ, H., & SALAZAR, R. *Análisis y diseños de experimentos*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. 2016, pp. 78.

LINDAO, J. *Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cultivado con sustratos de cáscara de cacao, plátano, coco y raquis de palma africana* [en línea]. Los Ríos-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo., 2016. [Consulta: 11 de diciembre del 2022]. Disponible en: https://bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf

MUÑOZ, R. Cultivo de Champiñones [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Fundación para la innovación tecnológica, El Salvador. (2015).pp. 43-76. [Consulta: 11-12-22]. Disponible en: <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/471.pdf>

PINEDA, J. Producción de *Pleurotus ostreatus* (Trabajo de Titulación). (Maestría) Departamento de ingeniería química, Ibarra - Ecuador. 2017.pp. 22-34.

RAMOS, L. *Growth of *Pleurotus ostreatus* on non-supplemented agroindustrial wastes*. Ibarra-Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2015, pp. 22-54.

SÁNCHEZ, J. *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad* [en línea]. Santiago- Chile: CEPAL, 2019. [Consulta: 11 de enero del 2023]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf

SOLARES, E. *Hongos Comestibles*. Guatemala- Guatemala: San Carlos de Guatemala, 2016, pp. 12-54.

VERNERO, M., QUIROZ, M., & ÁLVAREZ, C. Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*) [en línea] (Trabajo de titulación).(Maestría) Universidad de Chile, Santiago, Chile. 2016. pp. 12-47. [Consulta: 02-12-2023]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642010000200003

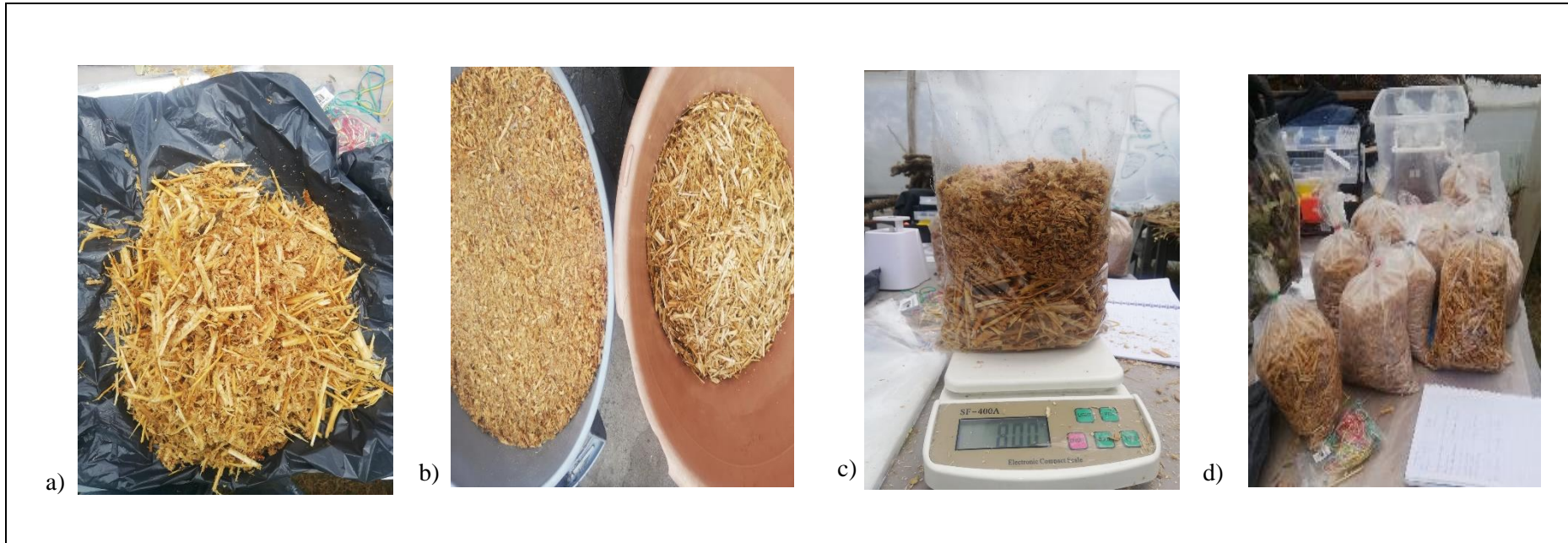


7. ANEXOS

ANEXO A. PREPARACIÓN DEL INOCUO

 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	 <p>c)</p>	 <p>d)</p>						
<p>NOTAS:</p> <p>a) Agar patata y dextrosa. b) Inoculación en la cámara de flujo laminar. c) Medio de cultivo d) Propagación en la caja Petri</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p> <p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR: Cristian Fabricio Oma Vargas</p>	<p>“APROVECHAMIENTO DEL ASERÍN DE PINO-EUCALIPTO Y RASTROJO DE QUINUA COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i>”</p> <table border="1" data-bbox="1597 1257 2143 1334"> <thead> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1:1</td> <td>04/01/2023</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	1	1:1	04/01/2023
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
1	1:1	04/01/2023							

ANEXO B. PREPARACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA INOCULACIÓN.







NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cristian Fabricio Orna Vargas </p>	<p align="center"> “APROVECHAMIENTO DEL ASERRÍN DE PINO- EUCALIPTO Y RASTROJO DE QUINUA COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i>” </p>							
a) Selección b) Lavado c) Pesaje d) Embolsado de 800 gr del sustrato preparado	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		<table border="1"> <tr> <td align="center">LÁMINA</td> <td align="center">ESCALA</td> <td align="center">FECHA</td> </tr> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1:1</td> <td align="center">05/01/2023</td> </tr> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	1	1:1	05/01/2023	
LÁMINA	ESCALA	FECHA								
1	1:1	05/01/2023								

ANEXO C. INOCULACIÓN EN GRANOS DE TRIGO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*.



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cristian Fabricio Orna Vargas </p>	“APROVECHAMIENTO DEL ASERRÍN DE PINO-EUCALIPTO Y RASTROJO DE QUINUA COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i> ”							
a) Llenado del frasco de vidrio con los granos de trigo las ¾ partes. b) Inoculación de los granos de trigo. c) Incubación de los granos de trigo con la semilla d) Semilla de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		<table border="1"> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1:1</td> <td align="center">05/01/2023</td> </tr> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	1	1:1	05/01/2023	
LÁMINA	ESCALA	FECHA								
1	1:1	05/01/2023								

ANEXO D. CULTIVO Y COSECHA

<p>a) </p>	<p>b) </p>	<p>c) </p>	<p>d) </p>						
<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p>	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cristian Fabricio Orna Vargas </p>							
<p>a) Primera cosecha b) Diámetro del hongo c) Pesaje del hongo d) Segunda cosecha</p>	<p> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar </p>			<p>“APROVECHAMIENTO DEL ASERRÍN DE PINO-EUCALIPTO Y RASTROJO DE QUINUA COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i>”</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1:1</td> <td align="center">05/01/2023</td> </tr> </tbody> </table>		LÁMINA	ESCALA	FECHA	1
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
1	1:1	05/01/2023							

ANEXO E. PRUEBAS BROMATOLÓGICAS DEL HONGO.



Contáctanos: 0998580374 - 032924417
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS

Fecha: 12 de enero del 2023
Análisis solicitado por: Sr. Cristian Orma
Tipo de muestra: Hongos Pleurotus Ostreatus
Localidad: Riobamba

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultado
Humedad	%	INEN 1235	88.10
Cenizas	%	INEN 401	2.02
Fibra Cruda (MS)	%	INEN 522	15.72
Proteína Cruda (MS)	%	INEN 1670	17.47
Grasa	%	INEN 523	2.44

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Cristian Fabricio Orna Vargas
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniero Químico
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0739-DBRA-UTP-2023

0739-DBRA-UTP-2023