



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agroindustria

Tema:

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE POSCOSECHA DE LA PRODUCCIÓN
DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN EL CULTIVO DEL HONGO
COMESTIBLE (*Pleurotus ostreatus*) PARA EL APROVECHAMIENTO EN LA
INDUSTRIA CÁRNICA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustrias

Autor(a)

Shirley Marilu Cabrera Trujillo

Ana María Chacha Chasi

Tutor(a)

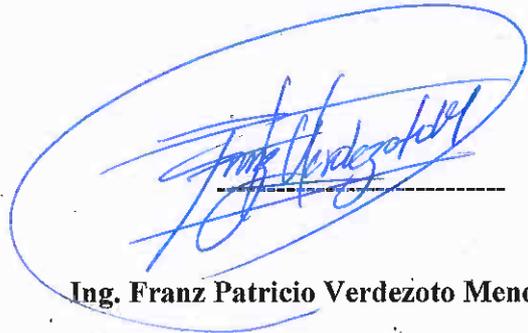
Ing. Franz Verdezoto Mendoza MsC.

Guaranda - Ecuador

2024

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE POSCOSECHA DE LA PRODUCCIÓN DEL
CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN EL CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE
(*Pleurotus ostreatus*) PARA EL APROVECHAMIENTO EN LA INDUSTRIA
CÁRNICA

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Franz Patricio Verdezoto Mendoza MsC

TUTOR



Ing. Darwin Núñez MsC

PAR LECTOR



Ing. Herminia Sanaguano PHD

PAR LECTOR(A)

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Shirley Marilu Cabrera Trujillo, con CI 1723878367 y Ana María Chacha Chasi, con CI. 0250189370 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con sus respectivos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

.....
Shirley Marilu Cabrera Trujillo

Autor

CI: 1723878367

.....
Ana María Chacha Chasi

Autor

CI: 0250189370

.....
Ing. Franz Patricio Verdezoto Mendoza MSc

Tutor

CI: 0201668043



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



rio...

N° ESCRITURA: 20230201003P02896

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: CABRERA TRUJILLO SHIRLEY MARILU Y

CHACHA CHASI ANA MARIA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000005197

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día dieciocho de Diciembre del dos mil veintitrés, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, CABRERA TRUJILLO SHIRLEY MARILU, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la Ciudad de San Miguel Provincia Bolívar y de paso por este lugar, con celular número (0959253763), su correo electrónico es trujilloshirley369@gmail.com, y CHACHA CHASI ANA MARIA, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la Parroquia Guanujo del Cantón Guaranda Provincia Bolívar, con celular número (0993617003), su correo electrónico es marychasi2017@gmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE POSCOSECHA DE LA PRODUCCIÓN DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE (*Pleurotus ostreatus*) PARA EL APROVECHAMIENTO EN LA INDUSTRIA CÁRNICA. es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención del título de Ingenieras en Agroindustrias en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta notaría, aquellos se ratifican y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

CABRERA TRUJILLO SHIRLEY MARILU

C.C. 1723878367.

CHACHA CHASI ANA MARIA

C.C:025018937-0

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA....

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis de hongos pleurotus final ,,,,[1].do
CX

AUTOR

SHIRLEY Y ANA CABRERA Y CHACHA

RECuento DE PALABRAS

14942 Words

RECuento DE CARACTERES

81964 Characters

RECuento DE PÁGINAS

98 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.0MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 19, 2023 11:16 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 19, 2023 11:18 AM GMT-5

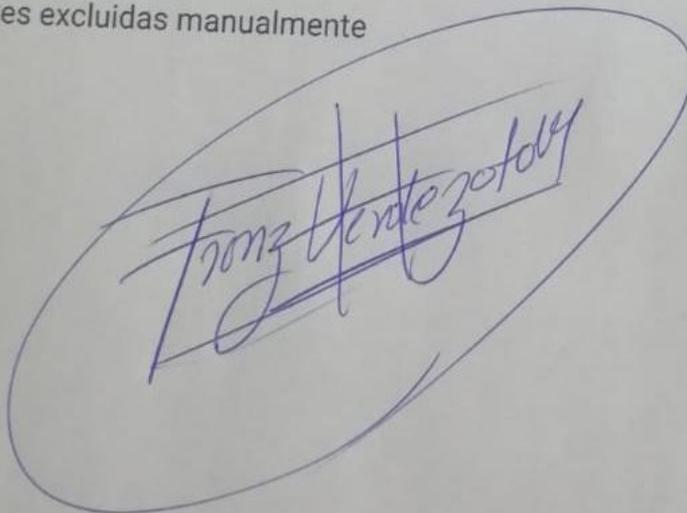
● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Fuentes excluidas manualmente

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Franz Venzotole", is enclosed within a hand-drawn blue oval. The signature is written in a cursive style.

DEDICATORIA

Dedicó esta tesis a mi Dios quien supo guiarme por un buen camino, darme todas las fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad y renunciar en el intento.

A mis padres, especialmente a mi madre Nancy Trujillo quien por ella soy quien soy y me ha brindado su apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor, ayuda en momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me ha dado todo lo que soy como persona, mis principios, mis valores, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mis hermanos Bryan y Christelle por sus palabras de aliento, compañía y apoyo moral para no rendirme y seguir adelante.

A mi pareja Luis Velasco por sus palabras, su confianza, su cariño, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

Y finalmente a mi compañera de tesis Ana Chacha y a los que creyeron en mí, con su actitud lograron que tomara más impulso.

Shirley Cabrera Trujillo

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi madre Aurora Chasi que con sus enseñanzas y valores ha sido la luz que ha guiado mi camino, te agradezco por siempre creer en mí, incluso cuando yo misma no lo hacía, este logro es tanto tuyo como mío, y espero que sepas cuánto te amo y admiro por todo lo que has hecho por mí a cada instante con una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión, a mí padre Manuel Chacha que desde el cielo me ha derramado muchas bendiciones, a mis hermanas y hermanos que fueron una fuente de luz, convirtiéndose en pilares fundamentales para mi formación profesional a mis sobrinas mil gracias y a mi amiga Shirley mi compañera de tesis a mis profesores en particular a nuestro tutor Ing. Franz Verdezoto.

Ana Chacha Chasi

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quien nos ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

Agradecemos muy profundamente a nuestro tutor Ingeniero Franz Verdezoto por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiésemos podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Muchas gracias por su guía y todos los consejos, los llevaremos gravados para siempre en la mente en nuestro futuro profesional.

En nuestra vida universitaria habido muchos docentes que han formado parte de nuestra formación profesional y queremos agradecerles por todos los conocimientos impartidos durante la vida estudiantil.

Un agradecimiento también a la Universidad Estatal de Bolívar por todas sus exigencias, pero al mismo tiempo nos ha permitido llegar al final de nuestra carrera, a todos los directivos del plantel agradecemos por su esfuerzo, gestión y trabajo que realizan para tener bases y las condiciones necesarias para el aprendizaje.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CAPITULO I.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Problema.....	1
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis.....	4
CAPITULO II.....	5
2. Marco Teórico.....	5
2.1. Generalidades de los hongos.....	5
2.2. <i>Pleurotus ostreatus</i>	5
2.3. Cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	9
2.4. Producción de setas <i>Pleurotus Ostreatus</i>	9
2.5. Condiciones climáticas - producción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	9
2.6. Condiciones de la producción.....	10
2.7. Sustratos para el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	11
2.8. <i>Pleurotus ostreatus</i> en productos cárnicos.....	11
2.8.1. Residuos del cultivo del cacao.....	12
2.8.2. Composición química de la cascarilla de cacao.....	12
2.9. Embutidos.....	14
2.9.1. Queso de chanco.....	14
2.9.2. Embutido de hongos comestibles.....	14
2.10. Análisis sensorial.....	15

2.11.	Diseño experimental	15
2.12.	Marco legal	16
CAPITULO III		17
3.	Marco Metodológico	17
3.1	Ubicación y características de la investigación	17
3.1.1	<i>Localización del experimento</i>	17
3.1.2.	<i>Situación geográfica y climática de la localidad</i>	17
3.1.3	<i>Zona de vida</i>	18
3.2	Metodología	18
3.2.1	<i>Material experimental</i>	18
3.2.2.	<i>Material de campo</i>	18
3.2.3.	<i>Materiales de oficina</i>	19
3.2.4.	<i>Equipos y materiales</i>	19
3.3.	Métodos	19
3.3.1.	<i>Factores de estudio</i>	19
3.3.2.	<i>Tratamientos</i>	20
3.3.3.	<i>Diseño experimental de la producción del hongo</i>	20
3.3.4.	<i>Tipo de análisis</i>	22
3.4.	Métodos de evaluación	23
3.4.1.	Análisis químicos de los residuos	23
3.4.2.	Análisis de proteína del hongo comestible (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	24
3.4.3.	Determinación del peso de producción de hongos comestible	25
	(<i>Pleurotus ostreatus</i>)	25
3.4.4.	Análisis sensorial de un embutido a base de hongos comestible	25
	(<i>Pleurotus Ostreatus</i>)	25
3.4.5.	Relación costo beneficio	26

3.5. Diagrama de procesos	27
3.5.1. Diagrama de producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	27
3.5.2. Diagrama de elaboración de embutido	29
3.6. Análisis de datos	30
CAPITULO IV	31
4. Interpretación de Resultados	31
4.1. Resultados de las propiedades físico químicas del residuo agroindustrial .	31
4.2. Resultados de la producción del hongo comestible (<i>Pleurotus ostreatus</i>) .	32
4.3. Resultados de la proteína del hongo comestible (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	35
4.4. Establecer la relación costo beneficio	40
4.5. Comprobación de hipótesis	43
CAPÍTULO V	44
5. Conclusiones y Recomendaciones	44
5.1. Conclusiones	44
5.2. Recomendaciones	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	1

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pag.
Tabla 1.	Taxonomía del hongo comestible (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	7
Tabla 2.	Contenido nutricional de <i>Pleurotus ostreatus</i>	8
Tabla 3.	Composición química de la cascarilla de cacao	13
Tabla 4.	Composición química de las hojas de cacao	13
Tabla 5.	Composición química de los tallos de cacao	14
Tabla 6.	Ubicación del ensayo	17
Tabla 7.	Situación geográfica	17
Tabla 8.	Factores de estudio	20
Tabla 9.	Combinaciones de tratamientos - producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> ...	20
Tabla 10.	Características del experimento	21
Tabla 11.	Tabla de Análisis de Varianza-ANOVA	22
Tabla 12.	Propiedades químicas del residuo agroindustrial	31
Tabla 13.	Resultados de producción - hongo comestible (<i>pleurotus ostreatus</i>) ...	31
Tabla 14.	Análisis de Varianza - producción del hongo comestible	31
Tabla 15.	Resultados de proteínas en el hongo comestible	32
Tabla 16.	Análisis de Varianza para Proteína - Suma de Cuadrados Tipo III	32
Tabla 17.	Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína por Residuos	32
Tabla 18.	Análisis Sensorial	32
Tabla 19.	<i>Análisis costo-beneficio de la producción del hongo comestible</i>	41
Tabla 20.	<i>Estimación de los costos de materiales e insumos - tratamiento 6</i>	42
Tabla 21.	<i>Estimación de los costos de materiales e insumos - tratamiento 6</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Morfología de un Pleurotus ostreatus	7
2	Sustratos	11
3	Diagrama de producción de Pleurotus ostreatus	27
4	Diagrama de elaboración de embutido - hongo Pleurotus ostreatus	29
5	Grafica de método LSD de Fisher	34
6	Grafica de interacciones entre producción y residuos	34
7	Grafica de método LSD de Fisher	37
8	Grafica de interacciones de proteínas y residuos	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1.	Análisis de laboratorio de la materia prima (residuos del cacao)
2.	Análisis de laboratorio del hongo fresco (proteína)
3.	Resultados experimentales
4.	Hoja de cataciones
5.	Fotos de cultivo del hongo
6.	Fotos de proceso del embutido de hongo

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue utilizar los residuos de poscosecha de la producción del cacao (*theobroma cacao l.*) en el cultivo del hongo comestible (*pleurotus ostreatus*) para el aprovechamiento en la industria cárnica. Para lo cual se implementó un diseño experimental completamente al azar, considerando dos factores principales: A: residuos de cacao con 4 niveles, a1 Cascarella, a2 Astillas, a3 Hojas y a4 C+A+H y B: Humedad con dos niveles b1 50% de humedad y b2 70% de humedad. Se analizaron las propiedades químicas de los residuos y se evaluó la producción y el contenido proteico de los hongos bajo ocho tratamientos diferentes. Obteniendo, que el tratamiento T6 correspondiente a la combinación de hojas y humedad 70%, presenta la mejor producción y el valor más elevado de proteína correspondiente a 31,92%. Los análisis estadísticos confirmaron que tanto los factores individuales como su interacción tienen una diferencia significativa en la producción y en el contenido proteico del hongo. Además, el análisis sensorial indicó una preferencia generalizada por el embutido elaborado con *Pleurotus ostreatus* producido bajo el tratamiento T6, sugiriendo una buena aceptación en el mercado. Desde una perspectiva económica, este tratamiento también demostró ser el más rentable, con la relación beneficio/costo más alto. Estos hallazgos concluyen que los residuos de poscosecha de cacao son un sustrato viable para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* y su posterior uso en la industria cárnica, lo que no solo optimiza el uso de los residuos agroindustriales, sino que también promueve la sostenibilidad y la innovación en la industria alimentaria.

Palabras claves: cacao, hongo comestible, *pleurotus ostreatus*, cárnico, residuos agroindustriales.

SUMMARY

The objective of this research was to use post-harvest residues from cocoa production (*theobroma cacao l.*) in the cultivation of the edible mushroom (*pleurotus ostreatus*) for use in the meat industry. For which a completely randomized experimental design was implemented, considering two main factors: A: cocoa residue with 4 levels, a1 Husk, a2 Chips, a3 Leaves and a4 C+A+H and B: Humidity with two levels b1 50 % humidity and b2 70% humidity. The chemical properties of the residues were analyzed and the production and protein content of the fungi was evaluated under eight different treatments. Obtaining that the T6 treatment corresponding to the combination of leaves and 70% humidity presents the best production and the highest protein value corresponding to 31.92%. Statistical analyzes confirmed that both individual factors and their interaction have a significant difference in the production and protein content of the fungus. Furthermore, the sensory analysis indicated a general preference for the sausage made with *Pleurotus ostreatus* produced under the T6 treatment, suggesting good acceptance in the market. From an economic perspective, this treatment also proved to be the most profitable, with the highest benefit/cost. These findings conclude that cocoa postharvest residues are a viable substrate for the cultivation of *Pleurotus ostreatus* and its subsequent use in the meat industry, which not only optimizes the use of agro-industrial waste, but also promotes sustainability and innovation in the food industry.

Keywords: cocoa, edible mushroom, *pleurotus ostreatus*, meat, agro-industrial waste.

CAPITULO I

1.1. Introducción

El *Pleurotus ostreatus* es un hongo comestible altamente nutritivo con un contenido de agua de hasta el 90%, y se considera carne vegetal por su contenido proteico el doble que el de las verduras tradicionales; además, su adaptabilidad lo convierte en un alimento fácil de producir y económico debido a su capacidad de crecer en diferentes residuos orgánicos (Vallejo et al., 2017).

Los hongos se destacan por su capacidad para producir enzimas ligninolíticas que poseen propiedades oxidativas, las cuales operan en el entorno extracelular y se encargan de degradar una amplia gama de sustancias químicas aromáticas que son conocidas por ser difíciles de descomponer y que representan una fuente de contaminación para el suelo y el agua. Este eficaz mecanismo se basa en la presencia de un sistema enzimático que está estrechamente relacionado con el rápido crecimiento del micelio (Lemache, 2017).

Las materias primas para la producción de hongos comestibles deben tener un alto contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina, como cascarilla o pulpa de café, bagazo, cáscara de plátano verde, cascarilla de cacao, cascarilla de coco, aserrín, cascarilla de arroz, desperdicios de maíz (Clavijo, 2020).

Las setas comestibles, como el *Pleurotus ostreatus*, representan una alternativa altamente beneficiosa para la incorporación en formulaciones cárnicas, gracias a su valioso perfil nutricional. Además, estas setas albergan compuestos bioactivos que poseen principalmente propiedades antioxidantes, antibacterianas y anticancerígenas. Se ha comprobado que la inclusión de hongos comestibles, particularmente el *Pleurotus ostreatus*, en productos cárnicos, como pollo, res, cerdo y variedades como salchichas, paté y nuggets, contribuye a enriquecer la calidad nutricional de dichos productos (Álvarez et al., 2022).

1.2. Problema

En la actualidad, los desafíos que enfrenta el desarrollo sostenible global están estrechamente relacionados, coexistiendo de alguna manera temas como la contaminación, el cambio climático, la energía y la seguridad alimentaria,

exacerbando o brindando soluciones a estos entornos adversos (Zuin & Ramin, 2018).

Los residuos lignocelulósicos generalmente se generan en grandes cantidades alrededor del mundo (Akpinar & Ozturk Urek, 2017) y su interés se centra en la eliminación de estos residuos superiores. Un uso interesante de los desechos ricos en lignina, como cáscaras de arroz, residuos de caña de azúcar y corteza de eucalipto, es en sustratos para el cultivo y producción de hongos comestibles. Esta alternativa ofrece una solución a los problemas antes mencionados, ya que los hongos no solo pueden convertir residuos lignocelulósicos en alimento humano, sino que también producen productos nutricionales superiores con muchos beneficios para la salud (Girmay et al., 2016).

En este contexto, los residuos de coco, como las cáscaras y las fibras, plantean un problema significativo en muchas regiones debido a su abundante generación y la falta de métodos efectivos de eliminación. Estos desechos pueden acumularse en áreas cercanas a las plantaciones de coco y convertirse en fuentes de contaminación ambiental (Nunes et al., 2020). Su lenta descomposición y su tendencia a obstruir los sistemas de drenaje agravan aún más el problema, lo que lleva a inundaciones en épocas de lluvia.

Además, la preocupación radica en el impacto negativo que estos residuos pueden tener en la calidad del suelo y la calidad del agua, así como en la salud de las comunidades locales que pueden verse afectadas por la acumulación de desechos de coco (Obeng et al., 2020). Por lo tanto, encontrar soluciones sostenibles para la gestión y el aprovechamiento de estos residuos es esencial para abordar estos problemas ambientales y mejorar la calidad de vida de las personas en las áreas afectadas.

El *Pleurotus ostreatus* es un candidato ideal para el tratamiento respetuoso con el medio ambiente de los residuos lignocelulósicos generados, aunque por sus propiedades no solo se considera una opción adecuada para la degradación de residuos agroindustriales, sino que también puede utilizarse como una fuente de alimento rico en nutrientes (López Dalmazzo, 2020).

La presente investigación pretende utilizar los residuos de postcosecha que se generan en la provincia de Santo Domingo como sustratos para la producción de

hongos comestibles y aprovecharlo en la industria cárnica. Esta parte del país posee grandes cantidades de residuos de plantaciones de maíz, bagazo, cáscaras de arroz y residuos de cultivos de cacao, ya que sus vastas tierras rurales se utilizan principalmente para actividades agrícolas (Guevara, 2018).

De acuerdo a lo mencionado, se considera que la investigación debe abordar principalmente el estudio del Aprovechamiento de los residuos del cultivo de cacao como medio de cultivo del hongo comestible, para lo cual se plantea las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las propiedades físico-químicas de los residuos agroindustriales?
- ¿Cuáles son los pasos clave para producir el hongo comestible *Pleurotus ostreatus* a partir del residuo agroindustrial?
- ¿Cuál es el valor de proteína del *Pleurotus ostreatus* del mejor tratamiento?
- ¿Cuál será la aceptabilidad de un derivado cárnico utilizando el *Pleurotus ostreatus* como ingrediente?
- ¿Cuál será la relación costo-beneficio en este proyecto y qué factores se consideran en el análisis?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Utilizar los residuos de postcosecha de la producción del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cultivo del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) para el aprovechamiento en la industria cárnica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades químicas del residuo agroindustrial.
- Producir el hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*).
- Realizar el análisis de la proteína del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) para escoger el mejor tratamiento.
- Elaborar un derivado cárnico utilizando el hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*).
- Establecer la relación costo beneficio.

1.4. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀)

- No existe diferencia significativa entre los valores de peso y proteína del hongo *Pleurotus ostreatus* producido a partir de los diferentes residuos agroindustriales.

Hipótesis alterna (H_a)

- Existe diferencia significativa entre los valores de peso y proteína del hongo *Pleurotus ostreatus* producido a partir de los diferentes residuos agroindustriales.

CAPITULO II

2. Marco Teórico

2.1. Generalidades de los hongos

Los hongos son los seres vivos más ampliamente distribuidos en la naturaleza, adaptándose tanto a entornos terrestres como acuáticos, sus esporas son abundantes en la atmósfera y tienen la capacidad de desarrollarse en objetos y elementos inanimados y son reconocidos como los principales descomponedores de materia orgánica en la Tierra; además su éxito se debe a su notable capacidad de adaptación, ya que pueden sobrevivir y reproducirse en una variedad de temperaturas, condiciones atmosféricas y sustratos diferentes (Godoy, 2019).

Son eucariotas heterótrofos agrupados en tres filos: *Zygomycota*, *Ascomycota* y *Basidiomycota* (Ibarra, 2019). Se calcula que en el reino de los hongos existen alrededor de 1,5 millones de especies, de las cuales solo se ha logrado describir aproximadamente 70.000. Interesantemente, cerca del 50% de estas especies de hongos son aptas para el consumo humano en diferentes niveles de comestibilidad. Además, aproximadamente el 32% de los hongos que han sido registrados a nivel global pertenecen al grupo de los hongos basidiomicetos (Ramírez & Arango, 2017).

2.2. *Pleurotus ostreatus*

Los *Pleurotus ostreatus*, también llamados hongos con forma de sombrero, presentan un sombrero de forma más o menos circular sostenido por un tallo o pie. Sin embargo, en el caso de las setas, este pie se desarrolla de manera más lateral que en el centro, lo que le confiere su característica forma de paraguas. Estos hongos suelen crecer principalmente en el suelo, troncos de árboles y residuos agrícolas o agroindustriales, aprovechando la composición rica en celulosa, lignina y hemicelulosa de estos sustratos. Además, se ha observado que el micelio de *Pleurotus ostreatus* prospera mejor a una temperatura óptima de alrededor de 30 °C, en condiciones de alta humedad relativa, que oscila entre el 85% y el 90%, y en un rango de pH que se sitúa entre 5,5 y 6,5 (Romero, 2022).

Este hongo, conocido por su crecimiento en el suelo, troncos de árboles o residuos agrícolas, presenta proporciones de celulosa, hemicelulosa y lignina que oscilan

entre el 40% y el 60%, 15% y 50%, y 10% y 30%, respectivamente. En condiciones ambientales de bajas temperaturas, se nutre de estos nutrientes mientras los descompone. Se clasifica como un hongo saprofito o un parásito débil y se encuentra ampliamente distribuido en regiones de Europa, América, el norte de África y Asia. En entornos naturales, su crecimiento se observa en troncos y ramas de árboles de hoja ancha muertos o debilitados, típicamente en bosques, parques y áreas ribereñas. El *Pleurotus ostreatus* suele desarrollarse en otoño y a principios de primavera, aunque también es posible encontrarlo en otras estaciones del año en lugares con condiciones de alta humedad (Martínez M., 2020).

Su estructura se asemeja a un casquete circular con una hendidura en su interior que se extiende desde el tallo hasta el borde del hongo, donde se lleva a cabo la reproducción natural de las esporas. Además, su color puede variar entre tonos de gris claro, gris oscuro y gris parduzco. Este hongo también presenta un pequeño pie lateral, aunque su textura tiende a ser relativamente rígida (Barbosa et al., 2020).

De acuerdo con Olvera et al. (2017) la forma reproductiva de los hongos es a través de esporas, y los hongos superiores, como el *Pleurotus ostreatus*, poseen en el himenio unas células madre que son las encargadas de producir las esporas. El ciclo reproductivo de este tipo de hongos dura alrededor de siete a ocho semanas, y cuando el hongo está en la etapa madura, inicia el ciclo, liberando esporas o semillas, que luego comienzan a formar el micelio. La siguiente etapa es que estas esporas formen cuerpos fructíferos, y finalmente, el ciclo termina cuando el hongo ostra está en la etapa madura, libera las esporas y luego comienza a degradarse y morir.

Tabla 1.

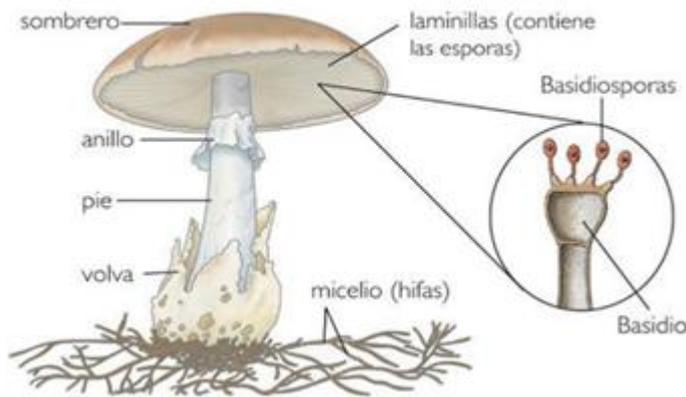
Taxonomía del hongo comestible (Pleurotus ostreatus)

Reino	Fungi
Filo	Basidiomycota
Clase	Agaricomycetes
Orden	Agaricales
Familia	Pleurotaceae
Genero	Pleurotus
Especie	P. ostreatus

Nota. En la tabla se observa la taxonomía del hongo comestible. Fuente: Calero (2018).

Figura 1

Morfología de un Pleurotus ostreatus



Nota. En la figura se observan las partes morfológicas del hongo comestible. Fuente Setas de Siecha (2017).

- **Carpóforos:** Representa la parte superior de las setas en su parte más ancha, por encima del pie. Puede adoptar muchas formas. La mayoría de aficionados se refieren a los paraguas de esta forma como “hongos” (Setas de Siecha, 2017).
- **Cutícula:** puede ser perfectamente liso, rugoso, aterciopelado, escamoso, piloso o cubierto de pelos, seco o viscoso, puede tener restos materno-fetales en forma de placas o verrugosos, mostrando llamativos círculos concéntricos, rayas, entre otras (Setas de Siecha, 2017).

- **Pie:** La parte donde el hongo sostiene el sombrero. La forma más común es cilíndrica, pero puede ser recta o curva, el ápice puede ser cónico o no y la base puede tener formas muy diferentes (Setas de Siecha, 2017).
- **Himenóforo:** Contiene el himenio, el cual representa la parte fértil donde se ubican las esporas. Puede consistir en láminas, poros como esponjas, o espinas o agujas (Setas de Siecha, 2017).
- **Anillo:** corresponde a los restos del velo parcial que cubre y protege el himenio en la primera etapa del hongo. Una vez formado se desprende dejando residuos en el pie (Setas de Siecha, 2017).
- **Volva:** equivalente al resto del velo, cubriendo y protegiendo todo el cuerpo fructífero en los primeros momentos de su existencia (Setas de Siecha, 2017).

Tabla 2.

Contenido nutricional de *Pleurotus ostreatus*

Contenido	Porcentaje
Proteínas	7 - 16 g
Vitamina B1 (Tiamina)	0,30 mcg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,162 mcg
Vitamina B3 (Niacina)	39,98 mcg
Vitamina C	9,1 mcg
Carbohidratos	85 %
Fibra	6 mg
Lípidos	0 %
Aminoácidos Esenciales (mg/g)	
- Treonina	13,25 mg
- Isoleucina	10,25 mg
- Leucina	17,38 mg
- Lisina	15,75 mg
- Metionina	4,38 mg
- Valina	14,00 mg
- Fenilalanina	13,88 mg
- Triptófano	3,88 mg
- Tirosina	27,38 mg
- Histidina	6,46 mg
- Cisteína	3,50 mg

Nota. En la tabla se observa el contenido nutricional de *Pleurotus ostreatus*. Fuente (Tamayo & Tubay, 2020)

2.3. Cultivo de *Pleurotus ostreatus*

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* se inició hacia 1917 en Alemania y posteriormente en países de Europa Central aplicando técnicas básicas utilizando sitios frescos, soportes y madera obtenida de bosques húmedos. En Colombia, por otro lado, Alfredo Beck cultivó el primer hongo comestible en 1950 (Bermúdez, 2018).

Estos hongos, al igual que los champiñones, tienen un alto contenido de agua y pocas calorías, lo que los hace adecuados para incluirlos en una dieta restringida en calorías. Estos hongos son valorados no solo por su sabor, sino también por sus cualidades nutricionales, ya que son ricos en proteínas, contienen altas cantidades de aminoácidos esenciales, fibra y son bajos en grasas (Gavilanez & Mejia , 2019).

2.4. Producción de setas *Pleurotus Ostreatus*

La producción comercial de *Pleurotus ostreatus* consta de los siguientes pasos: obtención de micelio, materia prima (residuos agrícolas), pasteurización, siembra, ciclo de cultivo (eclosión, aparición de primordios, fructificación, cosecha y comercialización). El ciclo comienza después de la siembra e incluye la eclosión, la aparición del primordio, el cuajado y la cosecha. El proceso puede variar según los diferentes sistemas agrícolas, pero el proceso general es el mismo (Sánchez & Royse , 2017).

2.5. Condiciones climáticas - producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

Temperatura: El control de los parámetros climáticos es crucial a la hora de cultivar setas. El rango de temperatura óptimo es de 18 a 28°C. Para verificar este rango de temperatura se requiere de un termómetro en el espacio donde están creciendo los cultivos.

Humedad relativa: Es la relación, expresada en porcentaje, entre la cantidad de vapor de agua realmente presente en la atmósfera y la cantidad de vapor de agua que existiría si el aire estuviera saturado a la misma temperatura, y se mide con un higrómetro. El rango óptimo de humedad relativa es del 60 al 90%. Si la lectura es superior al 90% en el espacio de cultivo, el espacio debe ventilarse para mezclar el aire interior y exterior de modo que la humedad relativa se mantenga por debajo

del 90%; de lo contrario, el cultivo "se quedará sin primordio" (Montes de Oca, 2017).

Cantidad de luz: Todos los seres vivos toman luz de la energía luminosa que nos llega del sol de forma regular y la convierten en energía térmica. Para estos cultivos se requiere un ambiente semioscuro, es decir, 100 lux, para que los hongos alcancen la máxima calidad. A este nivel de lux, el hongo crece con bastante suavidad y tiene un color muy fino, con un tamaño máximo de 12 a 15 cm. El lux se mide con un luxómetro (Montes de Oca, 2017).

2.6. Condiciones de la producción

Incubación: suele tardar de 10 a 20 días a una temperatura de 21-27 °C, dependiendo de la cepa, el resultado al final de este tiempo será una bolsa totalmente colonizada con micelio sano (Sánchez & Royse, 2017).

Formación de primordios: Al final de la incubación, reducir la temperatura y pasar luz para inducir la formación de primordios, aumentar la humedad relativa por encima del 80% y realizar irrigación y humidificación, es necesario hacer agujeros en la bolsa, porque a través de los primordios pasarán formado por estos (Sánchez & Royse, 2017).

Fructificación y cosecha: las condiciones de crecimiento durante la fructificación afectan significativamente el rendimiento, el color y la forma de los hongos. Para estimular la aparición de primordios y el desarrollo del cuerpo fructífero, aumentar la humedad e introducir suficiente aire fresco para reducir los niveles de dióxido de carbono, la temperatura de fructificación para se producen a una temperatura de 16 a 20 °C. El tiempo de cosecha desde la aparición del primordio es de seis a ocho días, el tamaño óptimo para el mercado de hongos es un diámetro de sombrero de 10 a 14 cm, momento en el cual el hongo puede ser aprovechado por completo (Sánchez & Royse , 2017).

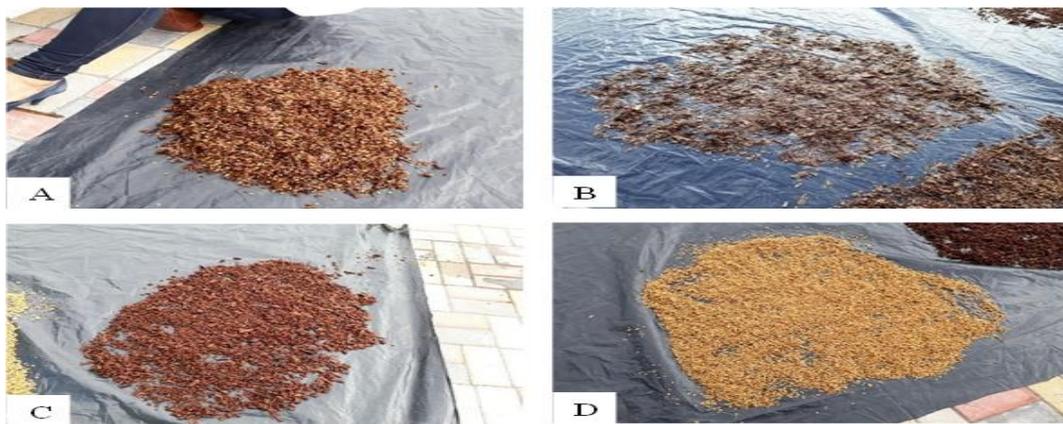
Comercialización: los hongos de las especies de *Pleurotus* se venden como productos frescos, secos o procesados (Sánchez & Royse , 2017).

2.7. Sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Se utilizan ampliamente sustratos orgánicos elaborados a partir de residuos industriales o cultivos agrícolas. Los materiales utilizados para elaborar estos productos incluyen cáscara de cacao, arroz, cáscara de coco, cáscara y mazorcas de maíz y tortas de algodón (Montiel & Salgado, 2020).

Figura 2

Sustratos para el cultivo de hongos comestibles



Nota. En la figura se observan los diferentes sustratos, en la imagen “A”, se encuentra un sustrato mixto finalizado, en la imagen “B” se encuentra el sustrato de hoja de plátano, en la figura “C” se encuentra el sustrato de cáscara de cacao y en la figura “D” se encuentra el sustrato de la tusa de maíz. Fuente: Cueva (2018).

2.8. *Pleurotus ostreatus* en productos cárnicos

Las setas comestibles como *Pleurotus ostreatus* resultan ser una buena opción para recetas con carne debido a su contenido nutricional, además, contiene compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, antibacterianas y anticancerígenas, principalmente, además de ser un alimento de primera calidad con una textura y sabor agradable, también tiene componentes químicos. Para reducir parcialmente el contenido de sodio y grasas, actualmente se están incorporando hongos comestibles a las recetas de productos cárnicos (Muñoz S. K., 2022).

El rango de aplicación de los hongos comestibles en productos cárnicos es del 25% al 50%. Los hongos comestibles frescos suplementados con niveles de

reemplazo de hasta el 50 % mostraron una disminución en el contenido de proteínas, la elasticidad y la jugosidad, posiblemente debido a un menor contenido de grasa (Ruilova et al., 2016).

En otra investigación, se desarrolló una alternativa más saludable a la salchicha de cerdo fermentada tailandesa; sin embargo, se trata de un producto tradicionalmente popular que tiene un alto contenido de grasas saturadas. Los champiñones se utilizan como sustituto de la carne. Ruilova et al., (2016) estudiaron la receta óptima de salchichas vienesas (40% ternera; 27% champiñones y 8% grasa), variando el contenido de carne de cerdo por el de los champiñones.

2.8.1. Residuos del cultivo del cacao

La cáscara del cacao aporta macronutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales). La cáscara de cacao se considera residuo de la etapa productiva donde se obtiene el cacao, sin embargo, una porción de estos residuos se gestiona como abono orgánico, aplicado directamente a su cultivo. El otro uso más común de la cáscara es como sustrato de crecimiento para la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Cueva , 2018).

2.8.2. Composición química de la cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao comprende el epicarpio, mesocarpio, la parte esclerótica y el endocarpio, está compuesta principalmente por materiales fibrosos que incluyen celulosa 19,7-26,1%, lignina 14-28% y un alto contenido de fibra, por otra parte, destaca el contenido de proteína, grasa, humedad, así como cantidades significantes de minerales (K, Na y otros minerales).

Tabla 3.*Composición química de la cascarilla de cacao*

Componente	%
Humedad	15,3
Proteína	8,69
Grasa	1,40
K	766,33 mg/kg
Na	27,66 mg/kg
Minerales	1,41
Fibra	23,4 – 36,2
Celulosa	19,7-26,1
Lignina	14-28
Pectina	6,0-12,6
Componente del extracto etero	0,5- 2,4
Extracto libre de nitrógeno	31,8 – 61,4
Cenizas	6,0 – 10,8

Nota. Datos tomados de cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones, por Sangronis (2014)

Tabla 4.*Composición química de las hojas de cacao*

Componente	%
Humedad	85
Proteína	1,07
Minerales	1,41
Grasa	0,02
Fibra	5,45
Carbohidratos	7,05
N	0,171
P	0,026
K	0,545
Pectinas	0,89

Nota. En la tabla se observa la composición química de las hojas de cacao. Fuente: (Rodriguez et al ., 2018).

Tabla 5.

Composición química de los tallos de cacao

Componente	%
Celulosa	5.00
Grasa	4.60
Ceniza	11,78
Fibra	39,49
Extracto libre de nitrógeno	39,13
Materia seca total	22,30

Nota. En la tabla se observa la composición química de los tallos de cacao. Fuente: (Rodríguez et al., 2018).

2.9. Embutidos

Se hace referencia a la salchicha como un trozo de carne, a menudo sazonada con hierbas y especias, que ha pasado por diferentes procesos y se ha introducido (relleno) en una tripa o tripa comestible artificial. Según sus componentes principales, los embutidos se dividen en carne, menudencias, sangre y embutidos (Torres de Nuñez, 2018).

2.9.1. Queso de chanchó

El queso de cerdo pertenece a los productos más abundantes en el mercado del embutido industrial y se elabora principalmente a partir de cabezas de cerdo y utiliza como aditivos polifosfatos utilizados en la industria cárnica para aumentar las propiedades humectantes del producto, formar emulsiones, estabilizar y crear una textura agradable. Tiene una gran capacidad para disolver proteínas (Alvarado y Bravo, 2021).

2.9.2. Embutido de hongos comestibles

La incorporación de hongos comestibles en productos cárnicos como componentes funcionales ha demostrado ser efectiva en aspectos relacionados con la textura, retención de grasa, jugosidad, satisfacción sensorial y utilidad. En el estudio de Ruilova et al. (2016) lograron mejorar una receta con bajo contenido de grasas y nitritos al incorporar hongos ostra en lugar de carne de cerdo. Esta

adición no solo mantuvo el valor nutricional del producto, sino que además aportó beneficios gracias a la presencia de β -glucano y fibra en los hongos ostra.

2.10. Análisis sensorial

La evaluación sensorial es una ciencia que nace en la década de 1940 como respuesta a la falta de sistematicidad y objetividad en la evaluación de los alimentos producidos en aquella época con el objetivo de venderlos al mercado mundial. Antes de la Revolución Industrial, los criterios de selección de las propiedades que debían tener los productos alimenticios se basaban principalmente en los gustos y preferencias conocidas por los dueños de los talleres o fábricas de los consumidores de sus productos (Severiano, 2021).

El análisis sensorial implica la evaluación de las características perceptibles de un producto utilizando los sentidos humanos. En otras palabras, se trata de examinar la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o sustancia. Este tipo de análisis implica un conjunto de técnicas que miden con precisión las respuestas humanas a los alimentos y minimizan la influencia potencialmente sesgada que los logotipos de las marcas y otra información pueden tener en los juicios de los consumidores. Es decir, se intenta aislar las propiedades organolépticas u organolépticas del propio alimento o producto y aportar información muy útil para su desarrollo o mejora, a la comunidad científica y directivos de empresas del sector alimentario (García, 2019).

La calidad sensorial es capturada por los sentidos, junto con los factores de palatabilidad o aversión de un alimento. No es el más importante, pero sí el primer factor a la hora de elegir comida. Incluye características como olor, color, sabor, textura, masticabilidad, temperatura y más. La percepción sensorial se produce a través de impulsos eléctricos que se transmiten desde el punto de recepción de la estimulación hasta las áreas del sistema nervioso central. Luego, los impulsos se envían al cerebro donde se asocian y definen las sensaciones.

2.11. Diseño experimental

Un experimento es una situación cuidadosamente planificada en la que se introduce información de manera secuencial, y en la que se manipula un aspecto

del tema de estudio para examinar cómo afecta a otra variable. El diseño experimental es un proceso que se caracteriza por la evaluación cuantitativa de la relación causal entre dos variables, lo que implica la manipulación o control de las variables independientes. Para llevar a cabo este proceso, se requiere un plan de acción que puede ser dividido en etapas o establecer parámetros de rango horizontalmente. En el diseño experimental, la variable independiente se refiere a un tratamiento, factor, condición o intervención que el investigador ajusta y controla para evaluar su impacto en la variable dependiente (UGTO, 2022).

2.12. Marco legal

En el transcurso de la investigación, se seguirán las pautas y especificaciones establecidas en las normativas emitidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) relacionadas con la calidad y características de los embutidos. Específicamente, se hará referencia a la Norma INEN 1338, que se enfoca en los requisitos que deben cumplir los productos cárnicos crudos, curados-madurados y precocidos-cocidos en términos de su comercialización y consumo final. Esta norma tiene como alcance la regulación de estos productos en sus diferentes categorías, asegurando su calidad y seguridad para los consumidores.

CAPITULO III

3. Marco Metodológico

3.1 Ubicación y características de la investigación

3.1.1 Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Recinto Cristal de Lelia.

Tabla 6.

Ubicación del ensayo

Ubicación	Localidad
País	Ecuador
Provincia	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	Santo Domingo de los Tsáchilas
Parroquia	Alluriquin
Sector	Lelia
Localidad experimental	Recinto Cristal de Lelia

Nota. Estación Meteorológica, Santo Domingo, 2021.

3.1.2. Situación geográfica y climática de la localidad

A continuación, se describe la situación geográfica del área de estudio.

Tabla 7.

Situación geográfica

Parámetros Climáticos	Valor
Altitud	557 m.s.n.m.
Longitud	-79.17190°
Latitud	-0.254167
Temperatura Media Anual	20° C
Temperatura Máxima	32° C
Temperatura Mínima	18° C
Humedad	50%

Nota. Tomado de la Estación Meteorológica, Santo Domingo (2022).

3.1.3 Zona de vida

Los bosques tropicales húmedos o pluvisilva reciben este nombre porque ocupan las zonas más lluviosas de la Tierra, recibiendo entre 1500 y 4000 ml de lluvia al año. La temperatura es prácticamente constante de 26 °C a 27 °C. Parece una gran flora de grandes árboles que, junto con arbustos y enredaderas, suelen ocupar todo el espacio aéreo. Al suelo llega muy poca luz, por lo que no hay musgo ni líquenes. El suelo es profundo porque las fuertes lluvias y las altas temperaturas degradan las capas de roca, pero es pobre porque la materia orgánica se descompone rápidamente y los nutrientes se asimilan o eliminan rápidamente. También son suelos ácidos que contienen grandes cantidades de óxido de hierro (OAS, 2019).

Se trata de un ecosistema único que reúne la mayor cantidad de especies vegetales y animales, muchas de las cuales aún están por descubrir. Por su papel en el ciclo del agua, su importancia se extiende a otras partes del planeta. Toda el agua que recibe regresa a la atmósfera mediante la evapotranspiración. Si esta agua desaparece, eventualmente fluirá hacia el océano, lo que provoca menos precipitaciones y un clima más seco en todo el mundo. La fauna es diversa, estando algunas especies particularmente adaptadas a vivir en ambientes arbóreos (OAS, 2019).

3.2 Metodología

3.2.1 Material experimental

- Semilla de *Pleurotus ostreatus*.
- Cascarilla de cacao.
- Tallos del cacao.
- Hojas del cacao.

3.2.2. Material de campo

- Guantes.
- Equipo de bioseguridad.
- Etiquetas.
- Cámara fotográfica.

- Fundas herméticas.

3.2.3. Materiales de oficina

- Computador.
- Lápices.
- Esferográficos.
- Borrador.
- Papel boom.

3.2.4. Equipos y materiales

Equipos

- Balanza.
- Termómetro digital.
- Moledora de carne.
- Calefactor eléctrico.
- Sistema de destilación para analizar proteínas.
- Sistema de extracción sólido-líquido para analizar grasas.

Materiales

- Bisturí.
- Guantes quirúrgicos.
- Mascarillas.
- Toallas de papel.
- Canasta o recipiente.
- Navaja.
- Carne de cerdo.
- Cuero de cerdo.
- Ajo molido, cebolla, aditivos.

Reactivos

- Nitrito de sodio.
- Ácido ascórbico.

3.3. Métodos

3.3.1. Factores de estudio

A continuación, se describen los factores de estudio:

Tabla 8.*Factores de estudio*

Factores	Código	Nivel
Residuos del cacao	A	a_1 : Cascarilla de cacao
		a_2 : astillas de cacao
		a_3 : hojas de cacao
		a_4 : Cascarilla + astilla + hojas
Humedad	B	b_1 : 50%
		b_2 : 70%

Nota. La base de estudio es 6 Kg; para el a_4 , se reparte en partes iguales.

3.3.2. Tratamientos

Tabla 9.*Combinaciones de tratamientos para la producción del Pleurotus ostreatus*

Tratamiento	Muestra	Porcentaje
T1	a1b1	Cascarilla; 50 % de humedad
T2	a1b2	Cascarilla; 70% de humedad
T3	a2b1	Astillas; 50% de humedad
T4	a2b2	Astillas; 70% de humedad
T5	a3b1	Hojas; 50% de humedad
T6	a3b2	Hojas; 70% de humedad
T7	a4b1	Cascarillas + astillas + hojas; 50% de humedad
T8	a4b2	Cascarillas + astillas + hojas; 70% de humedad

3.3.3. Diseño experimental de la producción del hongo

Se aplicó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial compuesto por dos factores de estudio A y B (4x2), el primero tuvo cuatro niveles el porcentaje de sustrato de cascarilla de cacao, hojas, astillas y

cascarilla+hojas+astillas. El factor B correspondiente a la humedad tuvo dos niveles al 50 % y 70 %, el cual se ajustó al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : variable sujeta a medición

μ : media general

A_i :es el efecto debido al tratamiento

B_j : es el efecto

AB_{ij} : efecto de interacción AxB

ε_{ij} : efecto del error experimental

Características del experimento

Tabla 10.

Características del experimento

Atributos del diseño factorial	
Número de factores experimentales	2
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	24
Tamaño de la unidad experimental	1 kg
Variables de respuesta	2

Se trabajó con 24 unidades experimentales las cuales fueron cuidadosamente planificadas y elaboradas a fin de que exista la homogeneidad a fin de que las variables respuesta peso de la zeta y cantidad de proteínas de todos los tratamientos presenten el menor error de carácter humano.

3.3.4. Tipo de análisis

Correspondió a un análisis de varianza ANOVA, para un DCA.

Tabla 11.

Tabla de Análisis de Varianza-ANOVA

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_0	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_{i.}^2}{n_i} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$k - 1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k - 1}$	$\frac{CM_{Tr}}{CM}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N - k$	$CM_E = \frac{SC_E}{N - k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N - 1$			

Pruebas de rangos múltiples

Método LSD (diferencia mínima significativa)

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j$$

Se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, con un nivel de diferencia estadísticamente significativa del 95% de confianza. Modelo matemático para la prueba de rangos múltiples LSD:

$$LSD = t_{\alpha/2, (k-1)(b-1)} \sqrt{\frac{2CM_E}{b}}$$

Donde:

LSD = valor de la diferencia mínima significativa

$t_{\alpha/2}$ = valor de la tabla T student a una cierta significancia

$(k - 1)(b - 1)$ = grados de libertad del CM_E

b =numero de bloques o réplicas

3.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

3.4.1. Análisis químicos de los residuos

3.4.1.1. Determinación de celulosa (NTE INEN 3114)

Este proceso implica mezclar el gramo de la muestra con una solución compuesta por etanol y ácido nítrico concentrado en una proporción de 4:1. Luego, se somete a un proceso de reflujo en un baño maría durante un período de 30 minutos, y se filtra, repitiendo este procedimiento en dos ocasiones. El residuo resultante se somete a un lavado con agua destilada caliente durante una hora, seguido de un lavado con una solución saturada de acetato de sodio y nuevamente con agua destilada caliente. Posteriormente, se seca a una temperatura de 105°C, se enfría en un desecador y se procede a pesar.

$$\% \text{ celulosa} = \frac{P}{P_0} * 100$$

P =es el peso seco del residuo(g)

P_0 = es el anhidro de la muestra

3.4.1.2 Determinación de lignina

Utilizando 1 g del material seco y libre de extractos. El porcentaje de lignina se determinó según la ecuación:

$$\% \text{ lignina} = \frac{W_{\text{lignina}}}{W_{\text{Anhidrido de la muestra}}} * 100$$

3.4.1.3 Humedad

La determinación de la humedad se llevó a cabo siguiendo el estándar NTE INEN-ISO 712 (2013), que emplea un método basado en la pérdida de peso debido al calentamiento. En este procedimiento, se tomó una muestra de 10 gramos, previamente molida, y se sometió a calentamiento en una estufa a una temperatura controlada de 130 °C a 133 °C durante un período de 4 horas. Todos los análisis se realizaron en duplicado, y los cálculos se llevaron a cabo utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{A - B}{A - C} * 100$$

Donde:

A: representa el peso del crisol (en gramos) más la muestra húmeda.

B: corresponde al peso del crisol (en gramos) más la muestra seca.

C: es igual al peso del crisol (en gramos).

Este método permite determinar con precisión el contenido de humedad en la muestra mediante la medición de la pérdida de peso durante el proceso de calentamiento, cumpliendo así con las especificaciones de la norma mencionada.

3.4.1.4 Ceniza

La determinación del contenido de ceniza se realizó siguiendo las pautas establecidas en la norma NTE INEN 520 (2013). En este procedimiento, se tomó una muestra de 10 gramos, la cual se introdujo en una estufa precalentada a una temperatura constante de 250 ° C durante un período de 5 horas. Posteriormente, las muestras se enfriaron en un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente, momento en el cual se procedió a pesarlas. Todos los análisis se llevaron a cabo en duplicado y para realizar los cálculos se aplicó la siguiente fórmula:

$$C = \frac{100(m3 - m1)}{(100 - H)(m2 - m1)} * 100$$

Donde:

C = Contenido de cenizas de origen vegetal en porcentaje

m1= Masa del crisol vacío

m2= Masa del crisol con la muestra

m3= Masa del crisol con las cenizas

H= Porcentaje de humedad en la muestra.

Este método permite determinar con precisión el contenido de ceniza en la muestra mediante la medición de la pérdida de peso durante el proceso de incineración, cumpliendo así con las especificaciones de la normativa mencionada.

3.4.2. Análisis de proteína del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*)

Los análisis se realizaron se aplicando la ecuación de la norma NTE INEN 519, se utilizó un analizador elemental de marca ELEMENTAR, Serie 20144056, modelo

Vario MACRO CUBE, en el cual se obtiene la cantidad de nitrógeno y este se multiplicó por el factor de conversión de nitrógeno a proteína (método de DUMAS)

3.4.3. Determinación del peso de producción de hongos comestible

(Pleurotus ostreatus)

La recolección se hizo de forma manual cuando los carpóforos tienen una medida de aproximadamente 5 a 10 centímetros, cortando con una cuchilla estéril y el peso de los carpóforos se determinó inmediatamente después de su corte por medio de una balanza analítica DHAUS (0.001 g). Cabe mencionar que se tomaron solo los primeros brotes que cumplan los diámetros.

3.4.4. Análisis sensorial de un embutido a base de hongos comestible

(Pleurotus Ostreatus)

Es la disciplina que mide, analiza e interpreta los estímulos que provocan los alimentos en las personas, a través de los sentidos. Para su desarrollo, se emplea cierto número de catadores, con los que se espera obtener resultados que puedan extrapolarse a poblaciones mayores (Stone, 2018). El análisis organoléptico sensorial se llevó a cabo con estudiantes de la Universidad Estatal de Bolívar a estudiantes de sexto ciclo paralelo “A” los cuales fueron semientrenados recibiendo capacitaciones de captación. El procedimiento para efectuar el análisis sensorial se detalla a continuación (Morales & Azas, 2020):

- Preparación del Embutido de Hongos: Se preparó una muestra representativa del embutido de hongos que se evaluó, asegurando que las muestras estuvieran frescas y en condiciones adecuadas de almacenamiento.
- Selección de Panelistas: Se reclutó un grupo de panelistas entrenados y/o consumidores representativos del mercado objetivo, en el cual participaron 10 personas.
- Acondicionamiento del Área de Prueba: Se estableció un espacio limpio y neutral para llevar a cabo la evaluación sensorial, evitando olores fuertes y distracciones.

- Preparación de las Muestras: Las porciones iguales de embutido de hongos se cortaron para cada panelista.
- Evaluación de Atributos Sensoriales: Se proporcionó a los panelistas una hoja de evaluación que incluía atributos sensoriales relevantes, como sabor, aroma, textura, color y apariencia (Anexo 4), se solicitó a los panelistas que calificaran cada atributo utilizando escalas hedónicas (por ejemplo, de 1 a 9, donde 1 era "muy desagradable" y 9 era "muy agradable").
- Análisis Estadístico: Se recopilaron los datos de evaluación sensorial de todos los panelistas y se realizaron análisis estadísticos, como el cálculo de promedios, desviaciones estándar y pruebas de significancia (por ejemplo, ANOVA) para identificar diferencias significativas entre las muestras y atributos evaluados.
- Interpretación de Resultados: Los resultados se analizaron para determinar la aceptabilidad y las preferencias del embutido de hongos.

3.4.5. Relación costo beneficio

Relación Costo-Beneficio para la Producción de embutido a Base de Hongos (*Pleurotus ostreatus*):

Para calcular la relación costo-beneficio para la producción de embutido a base de hongos *Pleurotus ostreatus*, se determinó los ingresos totales netos y los costos totales específicos para esta producción.

- Ingresos Totales Netos para la Producción de embutido a Base de Hongos: Esta cantidad se obtiene multiplicando la cantidad de queso producido por el precio de venta por unidad.
- Costos Totales para la Producción de embutido a Base de Hongos: Suma de todos los gastos relacionados con la producción del queso, como los ingredientes, mano de obra, envases, etc.

Entonces, la relación costo-beneficio para la producción de embutido a base de hongos se calcula de la siguiente manera:

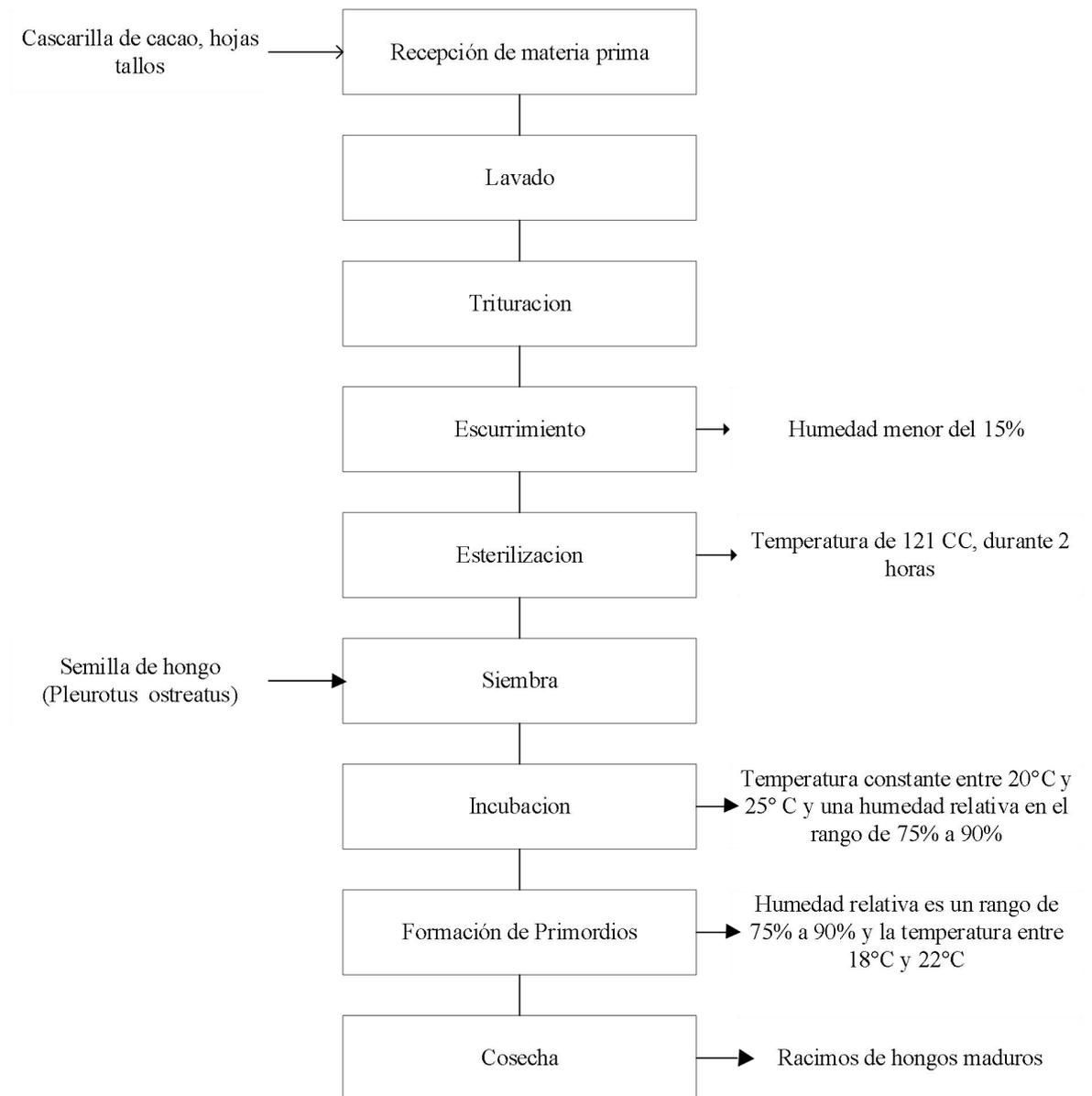
$$\text{Relación Costo-Beneficio para la Producción de embutido a Base de Hongos} = \frac{\text{Ingresos Totales Netos (embutido)}}{\text{Costos Totales (embutido)}}$$

3.5. Diagrama de procesos

3.5.1. Diagrama de producción de *Pleurotus ostreatus*

Figura 3

Diagrama de producción de *Pleurotus ostreatus*



Lavado: se comenzó lavando a fondo el sustrato, que incluyó cascarilla de cacao, hojas y tallos, utilizando una cantidad abundante de agua. Este proceso de lavado es esencial para eliminar posibles contaminantes presentes en los residuos.

Trituración: Después del lavado, se trituró las hojas y tallos utilizando una licuadora industrial, lo cual tiene como objetivo reducir el tamaño de los materiales, facilitando la colonización del sustrato por el hongo.

Escurrimiento: Tras la trituración, se escurrió el sustrato para eliminar el exceso de agua. Luego, se dejó secar el sustrato al sol hasta que su humedad alcanza un nivel inferior al 15%, lo cual garantiza que el sustrato estuviera en las condiciones adecuadas para el proceso de incubación.

Esterilización: Una vez que el sustrato estuvo seco, se sometió a un proceso de esterilización mediante la exposición a una temperatura de 121 °C durante 2 horas. Este paso permitió eliminar cualquier microorganismo competidor que pueda estar presente en los residuos.

Siembra: mezclar el sustrato esterilizado de manera homogénea con el inóculo, que consistió en una pequeña cantidad del micelio del hongo. La proporción de inóculo suele oscilar entre el 3% y el 5% del peso del sustrato. Lo que permitió iniciar el proceso de colonización del sustrato por parte del hongo.

Incubación: Durante esta etapa, se mantuvo una temperatura constante entre 20°C y 25°C y una humedad relativa en el rango de 75% a 90%. Estas condiciones son óptimas para permitir que el micelio del hongo colonice completamente el sustrato. Al tercer día de incubación, se realizaron perforaciones en las fundas o contenedores que contienen el sustrato colonizado, con agujeros de 1 cm de diámetro separados por 5 cm, facilitan el acceso al aire y ayudan en la eliminación del dióxido de carbono que se produce durante el crecimiento del hongo.

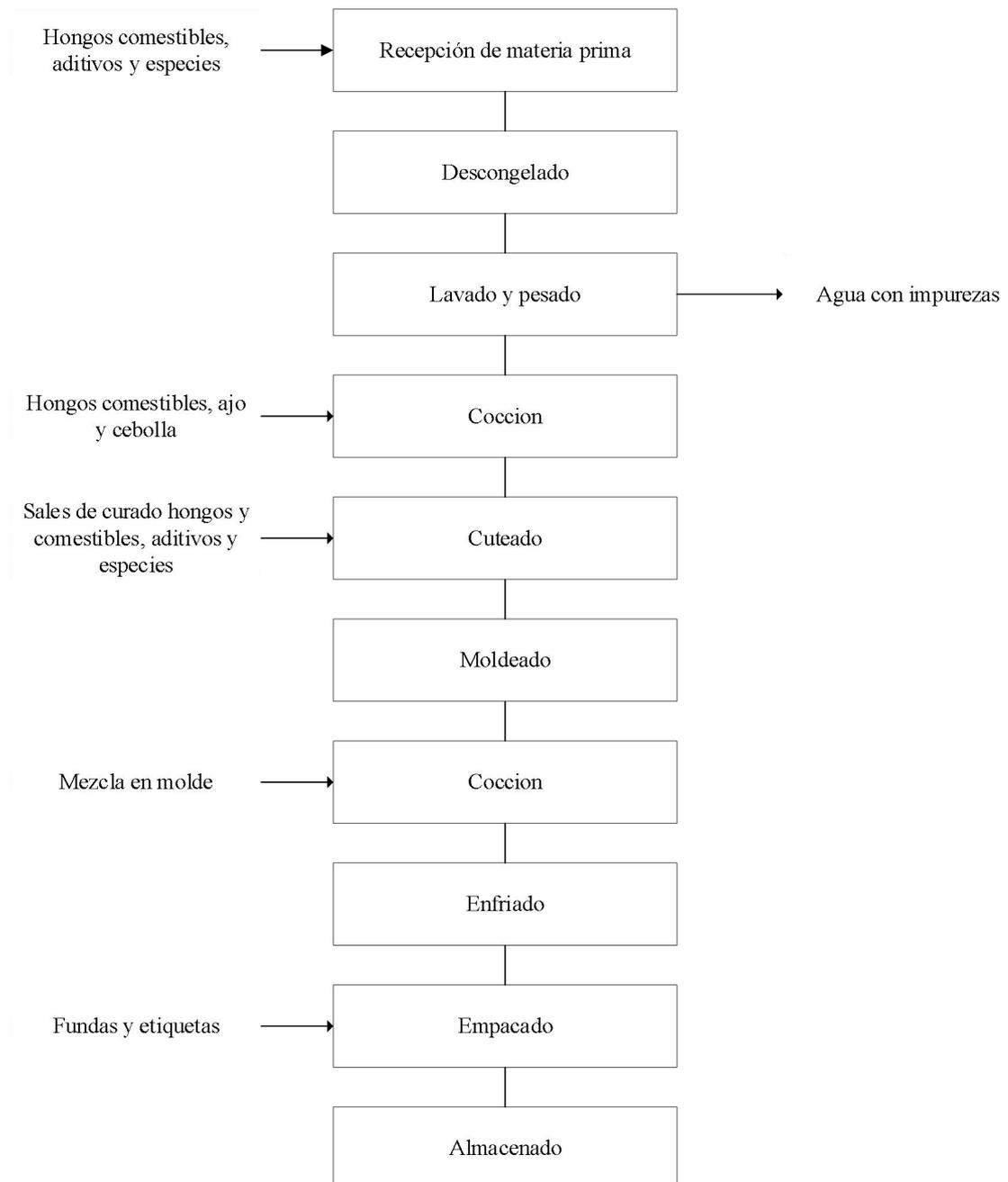
Formación de Primordios: Una vez que el sustrato está colonizado por el micelio del hongo, exponlo a la luz. Esto estimulará la formación de los primordios, que son los precursores de los hongos *Pleurotus ostreatus* y se mantuvo la humedad relativa en un rango de 75% a 90% y la temperatura en un rango de 18°C a 22°C en el local de fermentación. Estas condiciones son cruciales para el desarrollo de los cuerpos fructíferos. Además, se debe realizar varios procesos de ventilación en el lugar de fermentación para eliminar el dióxido de carbono que se produce durante esta etapa del proceso. El suministro de oxígeno es fundamental para el crecimiento adecuado de los primordios.

Cosecha: Cuando los primordios han alcanzado la madurez, corta los racimos de hongos utilizando un instrumento estéril y afilado. La cosecha se lleva a cabo en tres ocasiones en cada parada.

3.5.2. Diagrama de elaboración de embutido

Figura 4

Diagrama de elaboración de embutido a partir del hongo *Pleurotus ostreatus*



Recepción de la materia prima: Se recibió los hongos comestibles en un ambiente adecuado y fueron llevados a la cámara de congelación. El hongo debe presentar una coloración blanquecina de manera uniforme y poseer una dureza firme.

Descongelado: Se procedió a descongelar la materia prima entre 4°C y 6°C debido a que si sobrepasa ese rango de temperatura puede ocasionar la proliferación de bacterias patógenas por lo que va a trastornar el producto final.

Pesado: Se pesaron los hongos, condimentos y conservantes con base a la formulación y a la cantidad a producir.

Troceado: se troceó para tener tamaños homogéneos.

Cocción: se hirvió las materias primas por lo menos por unas dos horas.

Molido: se molió el hongo y agregar una cuchara de ajo molido, y se colocó nuevamente a una cocción integrando conservantes.

Moldeado: se colocó en un molde de celulosa, la cantidad enfundada debe estar entre 2 a 3 Kg.

Enfriado: se dejó enfriar en moldes de celulosa en agua fría y dejar 24 horas.

Almacenado: se almaceno a temperatura de refrigeración 5°C.

3.6. Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software STATGRAPHICS Centurion XVIII para evaluar los efectos de dos factores en el experimento, denominados A y B, cada uno con cuatro y dos niveles respectivamente. El diseño experimental fue completamente al azar (DCA) con tres repeticiones por tratamiento, lo que resultó en un total de 24 unidades experimentales, cada una con un tamaño de 6 kg. Se llevaron a cabo dos variables de respuesta. Además, se aplicó una prueba de comparación múltiple utilizando el método de diferencia mínima significativa (LSD) para determinar las medias significativamente diferentes entre sí, con un nivel de confianza del 95%. Este análisis permitió obtener una comprensión detallada de cómo los factores A y B afectaron las variables de respuesta en el experimento.

CAPITULO IV

4. Interpretación de Resultados

4.1. Resultados de las propiedades físico químicas del residuo agroindustrial

A continuación, se presenta los resultados correspondientes a las propiedades físico químicas de los residuos agroindustriales empleados:

Tabla 12.

Propiedades químicas del residuo agroindustrial

Parámetros	Cascarilla de cacao	Tallo	Hojas
Humedad	10,7 %	18 %	20%
Cenizas	5,8 %	6%	5,9 %
Hemicelulosa	27%	21%	28,7 %
Celulosa	36%	29,7%	36,9%
Lignina	37%	26%	37,5 %

Nota. Resultado de los análisis físicos químicos de los residuos agroindustriales (cáscara de cacao, tallo, hojas) analizados en los laboratorios químicos y microbiológicos de la Universidad Central del Ecuador, experimentales.

Los resultados de los análisis físico-químicos de los residuos agroindustriales, que incluyen la cáscara de cacao, el tallo y las hojas, proporcionan información importante sobre sus propiedades. La cáscara de cacao presenta un contenido de humedad relativamente bajo, del 10,7%, lo que indica que contiene una cantidad moderada de agua. Las cenizas en la cáscara de cacao y las hojas son similares, alrededor del 5,8% y 5,9%, respectivamente, lo que sugiere un contenido mineral similar en estos residuos. La hemicelulosa es más abundante en las hojas, con un 27%, mientras que, en la cáscara de cacao y el tallo, se encuentra en niveles más bajos. La celulosa es un componente importante en todos los residuos, con valores que varían, siendo más alta en la cáscara de cacao.

Por último, la lignina, un componente estructural, es más predominante en la cáscara de cacao y las hojas. Estos resultados ofrecen una visión detallada de las características físico-químicas de estos residuos, lo que puede ser relevante para su uso en la producción de *Pleurotus ostreatus* y en la formulación de productos en la industria cárnica.

En este sentido, Herrera et al. (2020) evaluaron la composición química de la cáscara de cacao, obteniendo los siguientes resultados (0,80% de grasa, 6,80% de fibra, 8,21% de cenizas, 45,23% de lignina y 30,70% de celulosa).

En la investigación presente se obtuvo los resultados de cenizas en cáscara de cacao, Padilla et al., (2020) encontró los siguientes resultados en su caracterización del valor nutricional de la cascarilla de cacao como residuo para la alimentación del ganado (91,1% de materia seca, 23,6% de proteína cruda, 10,6% de grasa, 8,9% de ceniza, 24,6% de extracto libre de nitrógeno, 32,3% de fibra, 28,7%. Estos valores se asemejan a los resultados obtenidos en la presente investigación.

Al seleccionar sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, es crucial considerar la composición fisicoquímica de las materias primas. En particular, se debe prestar atención a los componentes como la hemicelulosa, la celulosa y la lignina, que pueden influir en el crecimiento y desarrollo del hongo, dado que, la selección y combinación adecuada de sustratos como la cáscara de cacao, los tallos y las hojas de cacao pueden optimizar el proceso de cultivo.

4.2. RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN DEL HONGO COMESTIBLE (*Pleurotus ostreatus*)

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a las tres repeticiones de la producción del hongo utilizando los diferentes residuos agroindustriales:

Tabla 13.

Resultados de producción en el hongo comestible (pleurotus ostreatus) utilizando diferentes residuos agroindustriales

Tratamientos	R1	R2	R3	Promedio
T1	2,022	2,022	1,8774	1,974
T2	2,65	2,7909	2,654	2,698
T3	1,9455	2,0752	1,938	1,986
T4	2,8952	3,295	2,628	2,939
T5	1,9515	2,0816	1,9455	1,993
T6	4,8672	4,8636	5,1642	4,965
T7	1,5348	1,536	1,271	1,447
T8	1,222	1,3442	1,3508	1,306

Como se observa en la tabla 13, el tratamiento que muestra el mayor peso promedio es el T6, con un valor de 4,965, seguido del T4, con un valor promedio de 2,939; por lo tanto, en función del peso del hongo *Pleurotus Ostreatus*, el tratamiento más efectivo parece ser el T6. A continuación, se efectúa el análisis de varianza para determinar si existe efecto del factor A: Residuo y el Factor B que corresponde a la humedad de los diferentes tratamientos, en el peso de la producción del hongo comestible (*pleurotus ostreatus*)

Tabla 14.

Análisis de Varianza para la producción del hongo comestible (pleurotus ostreatus)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Residuos	13,3141	3	4,43803	180,88	0,0000
B:Humedad	7,62145	1	7,62145	310,63	0,0000
INTERACCIONES					
AB	7,80913	3	2,60304	106,09	0,0000
RESIDUOS	0,392569	16	0,0245355		
TOTAL (CORREGIDO)	29,1373	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

En el análisis de varianza realizado para la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, los valores de P-valor indican efectos estadísticamente significativos en los dos factores. El tipo de residuo (con un Valor-P de 0.0000) y la humedad (con un Valor-P de 0.0000) muestran efectos significativos por separado en la producción del hongo. Además, la interacción entre el tipo de residuo y la humedad (con un Valor-P también de 0.0000) tiene un efecto significativo en la producción. Estos resultados sugieren que tanto los factores individuales como su interacción influyen notablemente en la producción de *Pleurotus ostreatus*.

sugiere que no hay diferencias significativas entre ellos en cuanto a la producción de hongos.

Tabla 15.

Pruebas de Múltiple Rangos para Peso(g) por Residuos

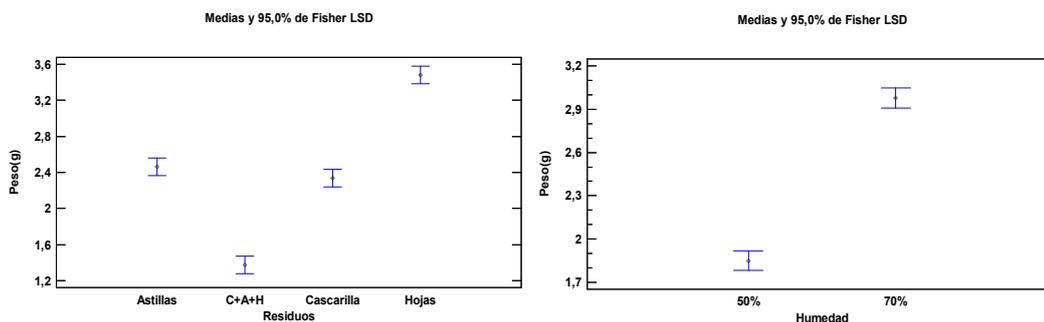
Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Residuos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
C+A+H	6	1,37647	0,0639473	A
Cascarilla	6	2,33605	0,0639473	B
Astillas	6	2,46282	0,0639473	B
Hojas	6	3,47893	0,0639473	C

En la prueba de rangos múltiples de la tabla 15, los resultados muestran que el factor A, residuos no presentan grupos homogéneos, específicamente C+A+H no es homogéneo con ningún otro nivel. Los niveles Cascarilla y Astilla son homogéneos entre sí, es decir las medias están dentro de un mismo rango indicando que estos factores tienen similitud de incidencia en la producción. El nivel Hojas no es homogéneo con ningún otro nivel, además presenta la mayor media de producción lo que nos permite afirmar que este nivel es el que más incide en la producción.

Figura 5

Producción del hongo para los factores A y B (Residuos y Humedad) con sus niveles

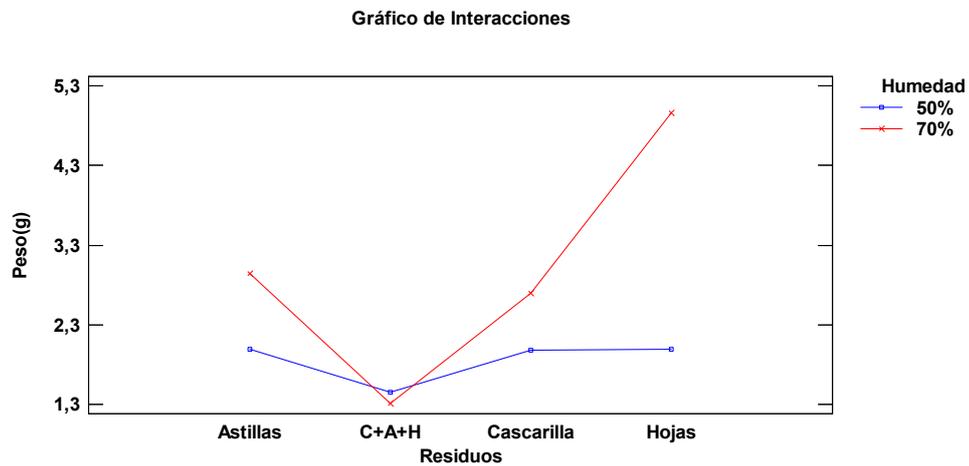


La Figura 5 indica que el factor A (Residuos) en el nivel hojas, presenta la mayor producción de proteína y el factor B (Humedad) en el nivel del 70 % genera la mayor producción en peso, por lo tanto, la interacción Hojas + Humedad 70 %,

representado por el tratamiento T6, es el mejor tratamiento para producir hongos *Pleurotus ostreatus* que contengan la mayor cantidad de peso.

Figura 6

Interacciones entre la humedad y los residuos



La Figura 6 ilustra cómo la producción de *Pleurotus ostreatus* se ve influenciada por la interacción entre los tipos de residuos utilizados y los niveles de humedad. Se observa que cuando aumenta la humedad, la producción aumenta en el factor residuos de astillas, cascarilla y hojas, en cambio, la mezcla de residuos de cascarilla, astilla y hojas (C+A+H) disminuye la producción.

4.3. RESULTADOS DE LA PROTEÍNA DEL HONGO COMESTIBLE (*Pleurotus ostreatus*)

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a las tres repeticiones de la medición de proteína del hongo utilizando los diferentes residuos agroindustriales:

Tabla 15.

*Resultados de proteínas en el hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) utilizando diferentes residuos agroindustriales*

Tratamientos	R1	R2	R3	Promedio
T1	32,19	32	32,38	32,19
T2	31,31	31,81	31,25	31,46
T3	30,31	29,88	30,31	30,17
T4	28,25	28,25	27,56	28,02
T5	31,31	31,5	31,75	31,52
T6	32,31	32,5	32,19	32,33
T7	23,25	23,13	22,94	23,1
T8	31,5	31,31	31,38	31,4

Al observar los valores promedio de contenido proteico en cada tratamiento, se puede concluir que el tratamiento T6 tiene el contenido más alto, con un promedio de 32,33% de proteína, seguido por el tratamiento T1, con un promedio de 32,19% de proteína, los cuales superan al resto en términos de contenido proteico. Por lo tanto, en base a estos resultados, se podría afirmar que el tratamiento T6 es el más efectivo para aumentar el contenido de proteína en el hongo *Pleurotus Ostreatus* cuando se utilizan diferentes residuos agroindustriales.

A continuación, se presentan los análisis de varianza para la proteína en los diferentes tratamientos:

Tabla 16.

Análisis de Varianza para Proteína - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Residuos	92,4583	3	30,8194	538,60	0,0000
B: Humedad	14,5237	1	14,5237	253,82	0,0000
INTERACCIONES					
AB	97,2736	3	32,4245	566,66	0,0000
RESIDUOS	0,915533	16	0,0572208		
TOTAL (CORREGIDO)	205,171	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El Análisis de Varianza para Proteína muestra que tanto los residuos (Factor A) como la humedad (Factor B) tienen efectos principales estadísticamente significativos sobre el contenido de proteína en *Pleurotus ostreatus*, con valores de P extremadamente bajos (0.0000 en ambos casos), lo que indica una relación fuerte y significativa. Además, la interacción entre estos dos factores (AB)

también es estadísticamente significativa (Valor-P de 0.0000), sugiriendo que la combinación específica de tipo de residuo y nivel de humedad afecta significativamente el contenido proteico del hongo.

Tabla 17.

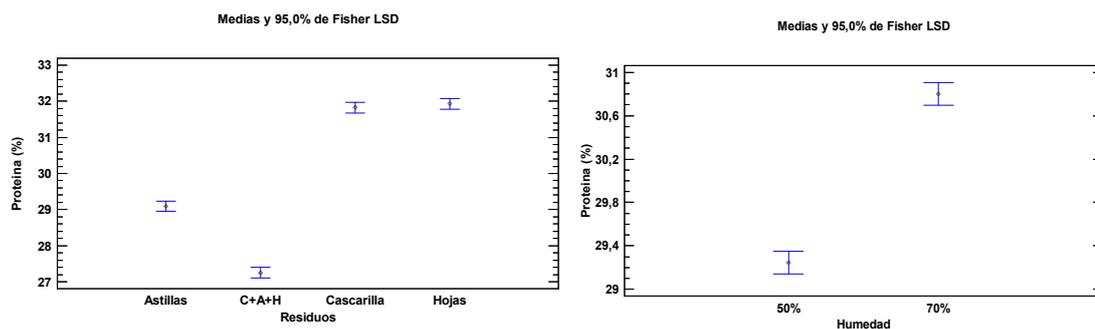
Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína por Residuos

<i>Residuos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
C+A+H	6	27,2517	0,0976566	A
Astillas	6	29,0933	0,0976566	B
Cascarilla	6	31,8233	0,0976566	C
Hojas	6	31,9267	0,0976566	C

La tabla 17 indica los valores de medias de cada nivel y factor: factor residuos (A), y el factor humedad (B). Existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de grupos homogéneos. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Figura 7

Grafica de método LSD de Fisher para los factores A y B (Residuos y Humedad)



La Figura 7 indica que el factor A (Residuos) en el nivel hojas, presenta la mayor producción de proteína y el factor B (Humedad) el nivel de 70 % de humedad genera la mayor producción de proteína, por lo tanto, la interacción Hojas + Humedad 70 %, representado por el tratamiento T6, por lo que podemos afirmar

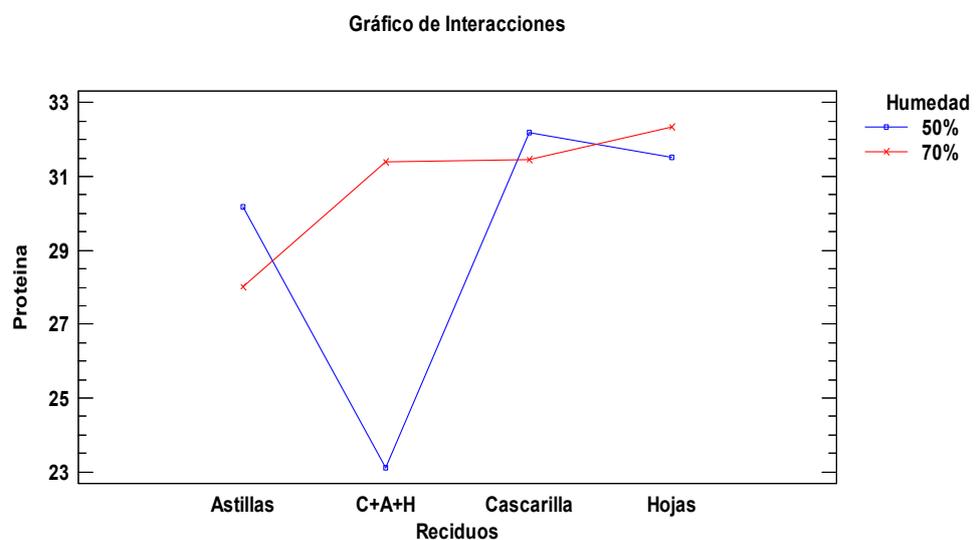
que este es el mejor tratamiento para producir hongos *Pleurotus ostreatus* que contengan la mayor cantidad proteica.

Así también podemos indicar que la cascarilla del cacao en combinación con una humedad del 70 % es una buena opción para la producción de un hongo comestible con una alta carga proteica.

En consecuencia, el mejor tratamiento, basado en estos resultados, es el uso de hojas con un 70% de humedad (T6) para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, destacando que este hongo tiene un alto valor nutricional conteniendo entre 57% y 61% de carbohidratos, 26% de proteína, 11,9% de fibra y 0,9% a 1,8% de grasas con base a su peso seco, también posee vitaminas como el niacina, tiamina (B1), vitamina B12, vitamina C o ácido ascórbico y minerales como potasio, fósforo y calcio (Santillán & Morocho , 2018).

Figura 8

Grafica de interacciones de proteínas y residuos



En la figura 8 se da a conocer la interacción entre proteína y residuos en relación a la humedad. A medida que el valor del nivel de un factor aumenta, el otro factor también va en aumento. Se puede denotar que el nivel de proteína es menos en cascarilla en relación a la humedad, tomando en cuenta que hojas tiene el más alto en la correlación de proteína en base a la humedad.

El contenido de proteína del mejor tratamiento T6, tiene valores superiores al estudio de Cruz et al., (2020), en el cual ha testeado la productividad y rendimiento de proteína de esta especie *Pleurotus ostreatus* utilizando diversos sustratos, por ejemplo, hojas de plátano y aserrín (38,5% de proteína), paja de trigo (25,6% de proteína), eucalipto (25,4% de proteína), y en álamo (22,9% de proteína).

Tabla 18.

Análisis Sensorial

	Me Gusta mucho		Me Gusta moderado		Me gusta poco		Me disgusta		Me disgusta mucho	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Color	5	0,5	3	0,3	2	0,2	0	0	0	0
Sabor	8	0,8	1	0,1		0	1	0,1	0	0
Olor	6	0,6	3	0,3	1	0,1	0	0	0	0
Textura	8	0,8	1	0,1	1	0,1	0	0	0	0

La tabla 20 presenta los resultados del análisis sensorial de un producto en términos de color, sabor, olor y textura, evaluados por un grupo de personas. En cuanto al color, la mayoría de los evaluadores (0,5%) indicaron que les gustaba mucho, seguido de aquellos que lo encontraron moderadamente atractivo (0,3%). Sin embargo, una proporción significativamente menor expresó una preferencia menor por el color, ya que solo el 0,2% indicó que le gustaba poco. En cuanto al sabor, la mayoría de los participantes (0,8%) lo encontraron agradable, mientras que una minoría lo calificó como moderado (0,1%).

El olor, por otro lado, fue calificado positivamente por una cantidad considerable de evaluadores (0,6%), seguido de aquellos que lo calificaron como moderado (0,3%). En cuanto a la textura, la mayoría la encontró agradable (0,8%), mientras que una minoría la calificó como moderada (0,1%). Estos resultados sugieren que, en general, el producto parece tener una aceptación favorable en términos de características sensoriales, con la mayoría de los evaluadores expresando preferencia por el color, sabor, olor y textura del producto.

Estos resultados son similares a los realizados por Álvarez et al. (2022), en cuya investigación se realizó un queso a base de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, el cual fue analizado la cantidad de proteína obteniendo un promedio de 5,27, concluyendo que, la adición de hongos comestibles, específicamente de *Pleurotus ostreatus* en productos cárnicos mejora la calidad nutricional de estos productos, ha sido empleado de manera satisfactoria en varias formulaciones de alimentos como hamburguesas de pollo, de res, salchichas de cerdo y tipo vienesa, paté de hígado y Nuggets de pollo. Además, el cultivo del hongo en sustratos como mazorcas de cacao, orujos de pera, briquetas de bagazo de caña de azúcar ha demostrado sostenibilidad, al posibilitar resolver problemas medioambientales. Se reporta en la literatura la elaboración de hamburguesas a partir de setas frescas y de setas deshidratadas, en los que se encontró que ambos productos contenían niveles de proteínas entre 38,26 % y 35,23 %; de grasa entre 13,91 % y 8,34 % y de carbohidratos entre 17,52 % y 14,92 %. El sustituto cárnico elaborado con las setas deshidratadas tuvo mayor objeción sensorial debido a la textura (Álvarez et al., 2022).

4.4. Establecer la relación costo beneficio

El análisis económico de costo-beneficio realizado en el estudio se enfocó en determinar el beneficio bruto (BB) de cada tratamiento utilizado en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, considerando distintos niveles de humedad y el uso de residuos agroindustriales, como cascarilla de cacao, astillas de cacao, hojas de cacao, y una combinación de estos.

Posteriormente se calcularon los ingresos totales para cada tratamiento multiplicando el precio de venta por unidad producida, finalmente, la relación beneficio/costo se calculó dividiendo los ingresos totales entre los costos totales para cada tratamiento

Relación Beneficio/Costo = Ingresos Totales / Costos Totales

Tabla 19.*Análisis costo-beneficio de la producción del hongo comestible Pleurotus ostreatus*

Tratamiento	Costos de		Precio de	Ingresos		
	Producción (\$)	Rendimiento (Kg)	Mercado (\$/Kg)	Totales (\$)	Beneficios Netos (\$)	Relación Beneficio/Costo
T1	9,31	1,974	20	39,48	30,17	3,24
T2	9,31	2,698	20	53,96	44,65	4,80
T3	9,31	1,986	20	39,72	30,41	3,27
T4	9,31	2,939	20	58,78	49,47	5,31
T5	9,31	1,993	20	39,86	30,55	3,28
T6	9,31	4,965	20	99,30	89,99	9,67
T7	9,31	1,447	20	28,94	19,63	2,11
T8	9,31	1,306	20	26,12	16,81	1,81

El análisis costo-beneficio de la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* para diferentes tratamientos muestra variaciones significativas en términos de eficiencia económica. Con un costo de producción constante de \$9,31 por tratamiento, el rendimiento en kilogramos y, por tanto, los ingresos totales y los beneficios netos varían considerablemente entre los tratamientos.

El Tratamiento T6 se destaca como el más rentable, generando los ingresos totales más altos (\$99,30) y los beneficios netos más significativos (\$89,99), reflejado en la relación beneficio/costo más alto de \$9,67. Esto indica que el T6 no solo es superior en términos de producción y contenido proteico, como se observó en los análisis previos, sino también en términos de rentabilidad económica. Por otro lado, los Tratamientos T7 y T8 son los menos rentables, con relaciones beneficio/costo de \$2,11 y \$1,81 respectivamente, lo que sugiere que estos tratamientos son menos eficientes en convertir los costos de producción en beneficios. Estos resultados subrayan la importancia de considerar tanto los aspectos biológicos como económicos al seleccionar un tratamiento para la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

Luego se determinó los insumos y materia prima requerida para la producción del embutido para el tratamiento T6:

Tabla 20.*Estimación de los costos de materiales e insumos para el tratamiento 6*

Concepto	Cantidad/Kg	Precio/Unidad	Precio
Hongos <i>Pleurotus ostreatus</i>	100%		\$53,30
Sal	8%	\$0,80	\$7,20
Nitrito	0,05%	\$0,50	\$0,04
Fosfato	0,30%	\$0,75	\$0,68
Ácido ascórbico	0,50%	\$0,50	\$0,45
Sorbato	0,30%	\$0,50	\$0,45
Goma xantal	0,20%	\$1,00	\$0,90
Ajo en polvo	0,60%	\$1,00	\$0,90
Cebolla en polvo	0,40%	\$1,00	\$0,90
Hierva	0,10%	\$0,25	\$0,23
Comino	0,30%	\$0,50	\$0,45
Pimienta	0,30%	\$0,50	\$0,45
Gelatina sin sabor	0,32%	\$2,00	\$1,80
Nuez moscada	0,10%	\$1,50	\$1,35
Azúcar	0,10%	\$1,00	\$0,90
Envases	10 unidades	\$2,00	\$20,00
Total			\$90

A continuación, se calculó la relación beneficio/costo para la producción del embutido:

Tabla 21.*Estimación de los costos de materiales e insumos para el tratamiento 6*

Tratamiento	Costos de Producción	Rendimiento (Kg)	Precio de Mercado (\$/Kg)	Ingresos Totales (\$)	Beneficios Netos (\$)	Relacion Beneficio /costo
T6	90	19,08	25	477	387	4,30

La relación beneficio/costo es de 4,30, lo que significa que, por cada unidad invertida en la producción del embutido, se obtienen 4,30 unidades de beneficio neto. Una relación beneficio/costo superior a 1 generalmente se considera favorable, ya que indica que los beneficios superan los costos y, en este caso, la

relación es bastante alta, lo que sugiere que la producción del embutido en el tratamiento T6 es rentable.

4.5. Comprobación de hipótesis

El estudio realizado sobre el hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, utilizando diferentes residuos agroindustriales y niveles de humedad, ha conducido a hallazgos significativos que validan la hipótesis alternativa (H_a). Según los datos, existe una diferencia notable en la producción y el contenido proteico del hongo dependiendo del sustrato utilizado.

Entre los tratamientos evaluados, el T6, demostró ser el más efectivo, alcanzando una producción promedio de 4,965 gamos y un contenido proteico del 32,33%. Este resultado es estadísticamente significativo, como lo indican los análisis de varianza (ANOVA) para ambas variables (producción y proteína), mostrando valores de P extremadamente bajos y rechazando así la hipótesis nula.

Las pruebas de múltiples rangos también subrayan estas diferencias significativas. El tratamiento T6 se distingue claramente de los otros en términos de producción y contenido proteico, lo que sugiere que la elección del sustrato y las condiciones de cultivo son críticas para optimizar tanto la cantidad como la calidad del hongo. Adicionalmente, los resultados del análisis sensorial y la aplicabilidad del hongo en productos alimenticios, como embutidos, refuerzan la relevancia de estas diferencias.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Del presente trabajo de investigación se pueden expresar las siguientes conclusiones:

- Los residuos de la producción de cacao presentan una fuente rica de celulosa y lignocelulosa, especialmente las hojas y cáscara de cacao que presentaron un buen desarrollo del micelio de *Pleurotus ostreatus*. Por otro lado, una alta humedad es un factor predominante en el cultivo para su producción, por lo cual es necesario regular este parámetro ambiental.
- Los resultados indican que el tratamiento T6, que utiliza una combinación de hojas más una humedad del 70 %, muestra la producción más alta de *Pleurotus ostreatus*, con un promedio de 4,965 gramos, lo que lo convierte en la opción más efectiva para el cultivo de hongos.
- Los resultados del análisis de proteína en el hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, utilizando diferentes residuos agroindustriales, revelan que el tratamiento T6, que involucra la hoja de cacao como sustrato expuesto a una humedad del 70 %, exhibe el contenido proteico más alto con un promedio del 31,92%. Este hallazgo sugiere que la hoja de cacao es altamente efectiva para aumentar el contenido de proteína en el hongo.
- En base a los resultados obtenidos en el análisis sensorial del embutido elaborado con *Pleurotus ostreatus*, específicamente el tratamiento T6, que se destacó por su mayor peso y contenido proteico, se puede concluir que el producto muestra una aceptación favorable en términos de color, sabor, olor y textura. La mayoría de los evaluadores expresaron una preferencia positiva en todas estas características sensoriales, lo que sugiere que el embutido a base de *Pleurotus ostreatus* es bien recibido por los consumidores.
- El análisis de relación costo-beneficio realizado en este estudio confirma la viabilidad económica de la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, con un enfoque particular en el tratamiento T6, que se destacó por su mayor rendimiento y contenido proteico. Los resultados revelan que

el tratamiento T6 es el más rentable entre los tratamientos evaluados, con una relación beneficio/costo de \$ 4,30. Esto significa que por cada unidad invertida en la producción del embutido a base de *Pleurotus ostreatus*, se obtienen 4,30 unidades de beneficio neto.

5.2. Recomendaciones

- Al utilizar las cascarilla, astillas y hojas de cacao, se recomienda mantener un control riguroso durante el período de cultivo de 18 días. Es esencial monitorear las condiciones ambientales, como la humedad y la temperatura, para asegurar un crecimiento óptimo y prevenir la contaminación por patógenos o competidores.
- Dado que el tratamiento T6 mostró los mejores resultados en términos de peso y contenido proteico, se recomienda priorizar este tratamiento en futuros cultivos. Sería beneficioso replicar este tratamiento en condiciones diferentes o a mayor escala para confirmar su efectividad y consistencia.
- Los resultados del ANOVA subrayan la importancia de la interacción entre el tipo de residuo y la humedad, por lo que, se sugiere realizar experimentos adicionales para explorar cómo diferentes combinaciones de estos factores afectan otros aspectos del cultivo, como la velocidad de crecimiento o la resistencia a enfermedades.
- Al planificar la producción a gran escala de *Pleurotus ostreatus*, es recomendable adoptar el tratamiento T6 como estándar, debido a su superioridad en términos de producción y calidad proteica. Sin embargo, es importante considerar también factores económicos y de sostenibilidad, como la disponibilidad y el costo de los residuos utilizados, para asegurar una práctica de cultivo viable y rentable.

BIBLIOGRAFÍA

- Akpinar, M., & Ozturk Urek, R. (2017). Induction of fungal laccase production under solid state bioprocessing of new agroindustrial waste and its application on dye decolorization. *Biotech*, 7(2).
<https://doi.org/10.1007/s1320501707425>
- Álvarez, S. I., Mustelier, C. D., González, Z. J., & Espinosa, N. L. (2022). Potencialidades de inclusión de *Pleurotus ostreatus* en alimentos cárnicos. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*. ISSN 2737-6354.
- Bermúdez, E. (2018). *Estudio de factibilidad para el cultivo de hongo (Pleurotus sp) en la finca Santa Elena del municipio de Suratá Santander y comercialización en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Santander UDES].
<https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/1058>
- Calero, G. L. (2018). *Valoración del crecimiento del hongo Ostra Rosado (Pleurotus djamor) sobre formulaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales de la provincia de Cotopaxi para la producción de setas comestibles en la empresa ASOPROTEC. Ambato – Ecuador*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica De Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28371>
- Clavijo, C. (2020). Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos (cascarilla de café y cáscara de plátano), para el cultivo de *pleurotus ostreatus*.
[http://www.smlucus.org/userfiles/files/curso/3taxonomia y clasificacion de los hongos.pdf](http://www.smlucus.org/userfiles/files/curso/3taxonomia%20y%20clasificacion%20de%20los%20hongos.pdf)
- Cueva , C. C. (2018). *Aprovechamiento de residuos de platano, cacao y maiz como sustrato para la produccion del hongo "Pleurotus ostreatusresultan "en la comunidad de la Magdalena de Francisco de Orellana* [Tesis de Pregrado, Orellana: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10172>
- Gavilanez, C. J., & Mejia , G. J. (2019). *Evaluacion de polifenoles totales y capacidad antioxidante en extractos de hongos Pleurostus ostreatus y*

- Lentinula edodes* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal de Bolívar].
<https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3132>
- Girmay, Z., Gorems, W., Birhanu, G., & Zewdie, S. (2016). Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (*oyster mushroom*) on different substrates. *AMB Express*, 6 (87).
<https://doi.org/10.1186/s1356801602651>
- Godoy, P. (2019). Generalidades sobre micología. En Infecciones Fúngicas Sistemicas, Manual Práctico. Recursos Fotográficos.
- Guevara, L. E. (2018). *Valoración del crecimiento del hongo Ostra Rosado (Pleurotus djamor) sobre formulaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales de la provincia de Cotopaxi para la producción de setas comestibles en la empresa ASOPROTEC* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica De Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28371>
- Hurtado de Mendoza, K., Huaman, M., Bravo, N., Silva, A., & Silva, R. (2016). Evaluación del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao L.*). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 19 (1), 1-9.
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/12585>
- Ibarra, I. (2019). Aprovechamiento de residuos agroforestales en el cultivo de hongos Basidiomicetos [Tesis de Pregrado, Universidad Abierta y a Distancia de México].
<http://www.repositorio.unadmexico.mx:8080/jspui/handle/123456789/192?locale=es>
- INEN. 1996. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338 Carne y productos cárnicos. Salchichas. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
<https://ia804702.us.archive.org/25/items/ec.nte.1338.2012/ec.nte.1338.2012.pdf>
- Innotec. (24 de Marzo de 2020). Industria Alimentaria: Tipos De Análisis De Alimentos. <https://www.innotec-laboratorios.es/industria-alimentaria-tipos-de-analisis-de-alimentos/>

- Lemache, P. E. (2017). *Determinación de la capacidad de remoción de cadmio y plomo por hongos de la podredumbre blanca Pleurotus ostreatus en suelos de la Zona el Timbre Cantón Quinindé* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8540>
- López Dalmazzo, E. X. (2020). *Producción de hongos ostra (Pleurotus ostreatus) usando como sustrato residuos de corteza de eucalipto ricos en lignina producidos por la empresa NOVOPAN* [Tesis de Pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24837>
- Montiel, T. C., & Salgado, P. L. (2020). *Creación De Una Unidad Productiva Del Hongo Comestible (Pleurotus Ostreatus) En La Asociación De Madres Cabeza De Familia “Mujeres Vencedoras” De Montería (Córdoba). Berasteguí – Córdoba* [Tesis de Pregrado, Universidad De Córdoba].
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstreams/ef037879-c51f-4a19-afc9-50d02e7c6c1f/download>
- Montes de Oca, A. (2017). *Manual De Cultivo De Hongo Seta (Pleurotus Ostreatus) De Forma Artesanal*. UNAM.
- Nunes, L., Silva, M., Gerber, J., & Kalid, R. (2020). Waste green coconut shells: Diagnosis of the disposal and applications for use in other products. *Journal of Cleaner Production*, 255.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965262030216>
- X
- Muñoz, D. (2019). Producción de pleurotus ostreatus (*pleurotaceae*) cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos. *Arnaldo*, 26(6), 1-9
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000300022
- Muñoz, S. K. (2022). *Adición de hongo *Agaricus Bisporus* como sustituto de la carne de cerdo en la calidad del chorizo ahumado tipo I* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí].
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1761>
- Obeng, G., Amoah, D., Opoku, R., Sekyere, C., Adjei, E., & Mensah, E. (2020). Coconut Wastes as Bioresource for Sustainable Energy. *Quantifying*

- Wastes, Calorific Values and Emissions in Ghana. Energies, 13(9).*
<https://doi.org/10.3390/en13092178>
- Ramírez, A. L., & Arango, L. Á. (2017). *Macromicetos: Generalidades, desinfección y cultivo in vitro* [Tesis de Pregrado, Universidad Libre].
<http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17600>
- Rodríguez J., Pérez, D, & Rodriguez, A. (2020). Caracterización física y química de la cascarilla del grano tostado de cacao. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos, 30* (3).
- Ruilova, M., Hernández, A., Díaz, R., & Niño, R. (2016). Desarrollo de una salchicha saludable empleando al hongo *Pleurotus ostreatus* como sustituto de la carne de cerdo. *Revista de Investigación Talentos, 30(3)*.
<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA660000631&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=08644497&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7E9a6c1543&aty=open-web-entry>
- Sánchez, J., & Royse , D. (2017). La Biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus spp.* San Cristobal de las Casas, Chiapas: El Colegio de Frontera Sur.
https://www.researchgate.net/publication/321686533_La_Biologia_el_cultivo_y_las_propiedades_nutricionales_y_medicinales_de_las_setas_Pleurotus_spp
- Sangronis, Elba, Soto, María, Valero, Yolmar, & Buscema, Ignacio (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. *Alan Revista, 64* (2). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2014/2/art-7/>
- Setas de Siecha. (abril de 2017). *Setas de Siecha*. <https://www.setasdesiecha.com/>
- Stone, H. (2018). Example food: What are its sensory properties and why is that important. *Npj science of food, 2(11)*.
<https://www.nature.com/articles/s41538-018-0019-3>
- Tamayo, G., & Tubay, J. (2020). *Comparación nutricional entre el hongo *Pleurotus ostreatus* (ostra blanca) y el *Agaricus bisporus* (champiñon)* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil].
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6081101>

- Vallejo, C., Díaz, R., Morales, W., Vera, J., & Cortéz, T. (2017). Calidad alimenticia del hongo *Pleurotus ostreatus*, fresco y deshidratado, cultivado en tres residuos agrícolas. *Espamciencia* 8(2), 51-59.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7020056>
- Zuin, V. G., & Ramin, L. Z. (2018). Green and Sustainable Separation of Natural Products from Agro-Industrial Waste. *Springer Link*, 376 (3).
<https://doi.org/10.1007/s410610170182z>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de laboratorio de la materia prima (residuos del cacao)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ÁREA DE INVESTIGACIÓN



INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO

1. Información general

Orden de trabajo N°: **013** N° Informe: **013**
Ref. Proforma: **AI-2023- 013**

Razón Social / Nombres Apellidos:	Shirley Mariú Cabrera	Muestra tomada por:	Cliente
RUC o CI:	1723828367		
Dirección:	Riobamba		
Fecha de emisión:	17 de febrero de 2023		
Fecha de muestreo:	NA		
Fecha de recepción de la muestra:	15 de febrero de 2023		
Fecha de realización del análisis:	del 15 al 17 de febrero del 2023		
Correo electrónico:	trajilloshirley369@gmail.com		
Teléfono:	0959253763	Teléfono:	0959253763
Persona de Contacto:	Shirley Mariú Cabrera		

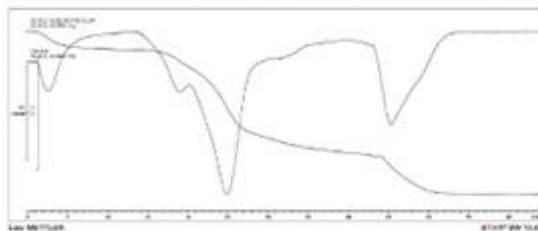
2. Especificaciones del ensayo

Muestra:	Biomasa
Descripción:	Biomasa
Tipo:	NA
Equipo:	TGA-1 Mettler Toledo
Lugar:	Laboratorio A-210
Analista:	Ing. Pablo Londoño
Descripción:	La descripción del método se envía en detalle al correo del cliente
Observaciones:	

3. Resultados

Debido a la extensión de los resultados, todos los documentos de respaldo se envía al correo electrónico del cliente.

TGA y DTG



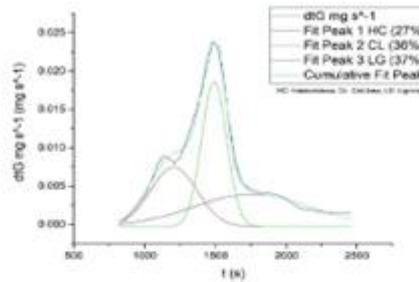
Composición aprox. en peso	
Cáscara de cacao (%)	50
Tallo (%)	25
Hoja (%)	25

Análisis proximal

Humedad (%)	Volátiles (%)	Carbono fijo (%)	Cenizas (%)
10.7%	62.1%	21.4%	5.8%



Deconvolución del DTG



Porcentajes aproximados de composición de volátiles	
Hemicelulosa	27%
Celulosa	36%
Lignina	37%



PARLO ANDRÉS LONDOÑO LAUREA

Ing. Pablo Londoño
Responsable Técnico
17 de febrero de 2023

El informe no se puede reproducir de manera total o parcial sin la autorización del laboratorio.
Descargo de responsabilidad por muestreo o información entregada por el cliente

FIN DEL INFORME

Anexo 2. Análisis de laboratorio del hongo fresco (proteína)

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	Código	FPG12-01
	<small>Leguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 1 de 3

INFORME N° 156-2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	Chacha Chasi Ana María y Cabrera Trujillo Shirley Marilú					
Muestra	Queso de hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) y cultivo de hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) en diferentes tratamientos de residuos biomásicos de cacao.					
Código asignado UEB	INV- 293- 294- 295- 296- 297- 298- 299- 300- 301					
Estado de la muestra	Sólido y semisólido					
Envase de recepción	Frascos de plástico					
Análisis requerido(s)	Porcentaje de Proteína total					
Fecha de recepción	12/06/2023					
Fecha de análisis	13/06/2023					
Fecha de informe	16-06-2023					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código de laboratorio	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 293	Queso de hongo. R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	5,25	5,27
	Queso de hongo. R2				5,19	
	Queso de hongo. R3				5,38	
INV- 294	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 25 % cascarilla de cacao, 25 % palos de cacao y 50 % de hojas de cacao. R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	32,19	32,19
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 25 % cascarilla de cacao, 25 % palos de cacao y 50 % de hojas de cacao. R2				32,00	

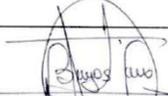
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	Código	FPG12-01
	<small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 2 de 3

	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) combinación 25 % cascarilla de cacao, 25 % palos de cacao y 50 % de hojas de cacao. R3				32,38	
INV- 295	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 50% cascarilla de cacao, 25 % palos de cacao y 25 %hojas de cacao. R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	31,31	31,46
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 50% cascarilla de cacao, 25 % palos de cacao y 25 %hojas de cacao. R2				31,81	
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 50% cascarilla de cacao, 25 % palos de cacao y 25 %hojas de cacao. R3				31,25	
INV- 296	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) combinación 25% cascarilla de cacao, 50% palos de cacao y 25% hojas de cacao. R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	30,31	30,17
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) combinación 25% cascarilla de cacao, 50% palos de cacao y 25% hojas de cacao. R2				29,88	
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) combinación 25% cascarilla de cacao, 50% palos de cacao y 25% hojas de cacao. R3				30,31	
INV- 297	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 50% cascarilla de cacao y 50% palos de cacao. R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	28,25	28,02
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación. 50% cascarilla de cacao y 50% palos de cacao. R2				28,25	
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 50% cascarilla de cacao y 50% palos de cacao. R3				27,56	
INV- 298	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) 100% cascarilla de cacao. R1				31,31	

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	Código	FPG12-01
	<small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 3 de 3

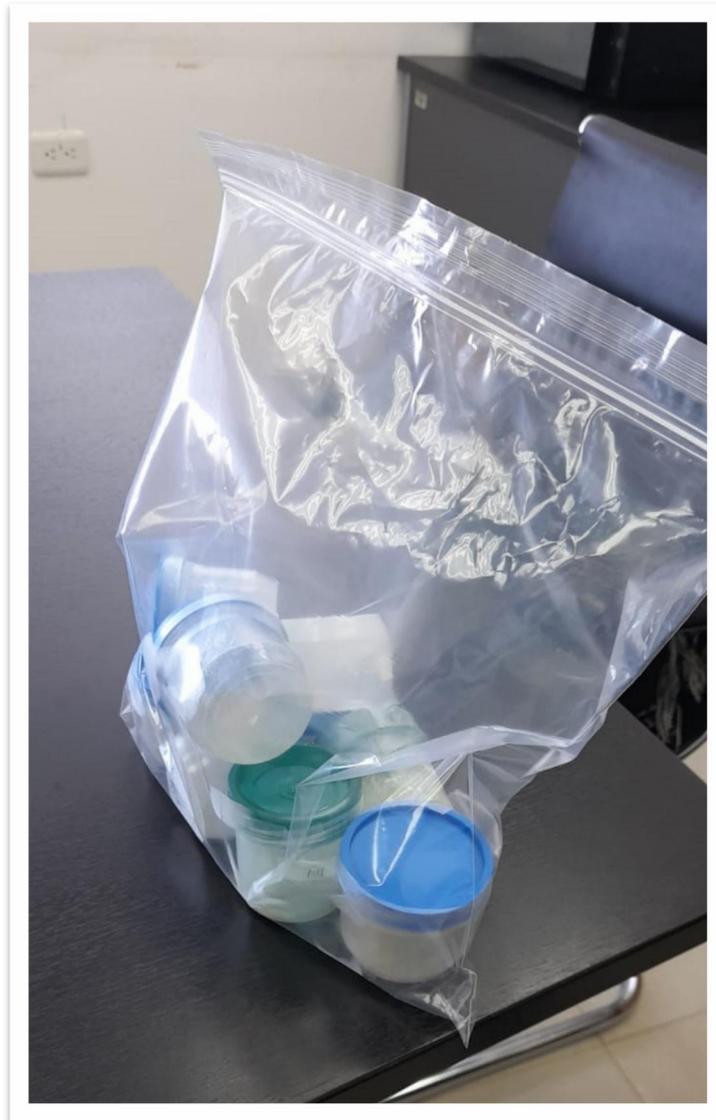
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) 100% cascarilla de cacao. R2	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	31,50	31,52
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) 100% cascarilla de cacao. R3				31,75	
INV- 299	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 50% cascarilla de cacao y 50% hojas de cacao. R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	32,31	32,33
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 50% cascarilla de cacao y 50% hojas de cacao. R2				32,50	
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), combinación 50% cascarilla de cacao y 50% hojas de cacao. R3				32,19	
INV- 300	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), 100% palos de cacao. R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	23,25	23,10
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), 100% palos de cacao. R2				23,13	
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), 100% palos de cacao. R3				22,94	
INV- 301	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), 100% hojas de cacao. R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	31,50	31,40
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), 100% hojas de cacao. R2				31,31	
	Hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>), 100% hojas de cacao. R3				31,38	

Los análisis se realizaron con tres réplicas



Dr. Favian Bayas Morejón
 Director DIVIUEB

Anexo 3. Resultados experimentales



Anexo 4. Hoja de cataciones

Nombre: _____

Fecha: _____

Análisis sensorial de un embutido (queso de hongos comestibles) Instrucciones

- Obsérvese y pruebe cuidadosamente cada una de las muestras recibidas.
- Indique el grado de cada muestra, en cuanto a color, olor, sabor y textura utilizando la escala de valoración según sea de su agrado.
- Evaluar los siguientes parámetros según considere conveniente, de acuerdo a lo que se muestra más adelante.
- Marcar con una (X) la opción que usted crea conveniente de cada una de los tratamientos.

Color: debe presentar un color característico de este tipo de producto.

Aroma: perciba un olor de la muestra y califique según su criterio.

Sabor: pruebe la muestra y califique según su criterio.

Textura: según los anteriores puntos evaluados califique la textura hacia la muestra.

Nota: por favor antes de evaluar cada muestra tome un vaso con agua para enjuagar su boca y prosiga con la siguiente muestra.

Seleccione según su preferencia.



CARACTERISTICAS	OPCIONES	EMBUTIDO QUESO DE CERDO (Hongos comestibles)
OLOR	Me gusta mucho	
	Me gusta moderado	
	Me gusta poco	
	Me disgusta	
	Me disgusta mucho	
COLOR	Me gusta mucho	
	Me gusta moderado	
	Me gusta poco	
	Me disgusta	
	Me disgusta mucho	
SABOR	Me gusta mucho	
	Me gusta moderado	
	Me gusta poco	
	Me disgusta	
	Me disgusta mucho	
TEXTURA	Me gusta mucho	
	Me gusta moderado	
	Me gusta poco	
	Me disgusta	
	Me disgusta mucho	

Observaciones: _____

Anexo 5. Fotos de cultivo del hongo

Recepción de materia prima



Preparación de Sustrato



Esterilizado



Enfriado



Siembra



Incubación



Fructificación



Cosecha



Anexo 6. *Fotos de proceso del embutido de hongo*

Recepción de materia prima



Lavado y Pesado



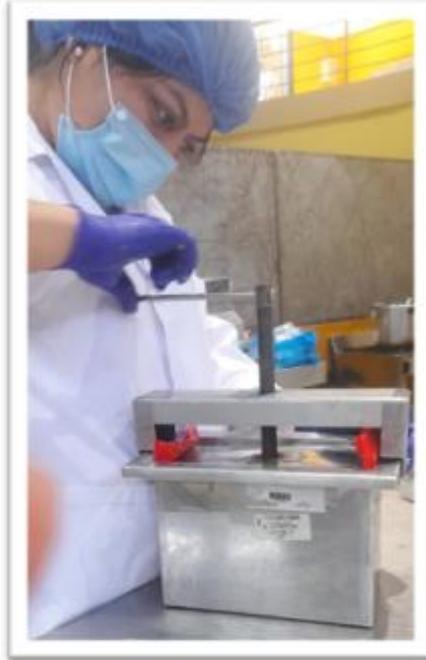
Cocción



Cuteado



Moldeado



Cocción



Empacado



Anexo 7. Glosario

Basidio. - Es un esporangio microscópico (una estructura productora de esporas) que se encuentra en el himenio de los cuerpos fructíferos de los hongos basidiomicetos.

Celulosa. - Se trata de un polímero de la glucosa presente en la pared de todas las células vegetales, siendo abundante especialmente en granos.

Carbohidratos. - Son uno de los principales nutrientes en nuestra alimentación. Estos ayudan a proporcionar energía al cuerpo. La quitina es un carbohidrato que forma parte de las paredes celulares de los hongos.

Cenizas. - Polvo de color gris claro que queda después de una combustión completa, y está formado, generalmente, por sales alcalinas y térreas, sílice y óxidos metálicos.

Especie. - Organismo que comparte las mismas características reproductivas y tiene sólo un ancestro común cercano.

Esporas. - Son células que producen ciertos hongos, plantas (musgos, helechos) y bacterias. Las esporas participan en la reproducción.

Embutido. - Se componen de derivados frescos, crudos o curados, salazones cárnicas, tratados con calor o cocidos como queso de choncho y mortadelas.

Fructificación. – Es el acto de la formación de un cuerpo fructífero.

Familia. - Grupo sistemático de la clasificación taxonómica que comprende uno o más géneros afines.

Grasa. - Son un tipo de nutriente que se obtiene de la alimentación. Además, cumplen diversas funciones vitales como, por ejemplo, almacenar energía, sirven de estructura para producir hormonas y otras sustancias y facilitan el transporte de varias vitaminas.

Hemicelulosa. - son componentes de las paredes celulares de las plantas cuya matriz consiste en celulosa fibrilar parcialmente cristalina. Cuando se lignifica, la matriz se intercala adicionalmente con la lignina de la macromolécula, resultando en la formación de lignocelulosa.

Hifa. - Estambre que establece la unidad estructural y fundamental de la mayoría de los hongos.

Hongo. – Son organismos pluricelulares formados por dos partes: Seta: es la parte que está a la vista, es el fruto o reproductor del hongo. Micelio: es la parte subterránea, encargada de la alimentación de la seta.

Humedad relativa. – Esta relaciona la cantidad de vapor de agua existente en el aire y la cantidad máxima posible de vapor de agua a una determinada temperatura. La humedad relativa del aire se mide con un higrómetro. Esta herramienta tiene una pantalla donde se indica el porcentaje de vapor de agua presente en el aire.

Incubación. – Acto de transferencia del micelio (inoculo) a un nuevo sustrato o medio.

Lignina. – es un heteropolímero que forma parte de la pared celular del tejido vascular de las plantas y provee rigidez estructural, así como resistencia a la tensión y presión hídrica.

Micelio. - Talo de los hongos, formado comúnmente de filamentos muy ramificados y que constituye el aparato de nutrición de estos seres vivos.

Naicina. - ayuda a convertir los alimentos que se consumen en la energía que se necesita. La niacina es importante para el desarrollo y la función de las células en el organismo.

Nitritos. – Son aditivos que se emplean como conservantes en productos cárnicos curados (chorizo, salchichón, caña de lomo, jamón, salchichas cocidas, etc.) o productos cárnicos esterilizados (salchichas cocidas) y excepcionalmente en algunos preparados de carne (lomo de cerdo adobado, pincho moruno, careta de cerdo adobada, costilla de cerdo adobada).

Pasteurización. - Fase en la cual se calienta el sustrato con el fin de que el inoculo pueda desarrollarse esta es la etapa crítica para el proceso productivo.

Patógeno. - Son agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a su huésped. Este término se emplea normalmente para describir microorganismos como los virus, bacterias y hongos, entre otros.

Pectina. – Es un polisacárido complejo presente en las paredes celulares de los vegetales, especialmente en las frutas, que se utiliza como espesante en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Primordios. – Agregaciones hifales que forman estructuras semejantes a cabezas de alfiler y son el inicio del desarrollo de un hongo.

Potasio. - Es un mineral que se encuentra en hongo *Pleurotus ostreatus*, comúnmente llamado seta de ostra, son el potasio como elemento mayoritario, seguido por el fósforo, magnesio, sodio, calcio, hierro, zinc, manganeso y cobre.

Polifosfato. - Es un compuesto formado por la unión de varias moléculas de fosfato. Estas moléculas se unen en una cadena, creando una estructura polimérica.

Proteína bruta. – se refiere al porcentaje de proteína que contiene un alimento. Ese valor se obtiene después de haberlo sometido al análisis químico.

Seta. - Especies de hongo, comestible o no, con forma de sombrilla, sostenida por un pedicelo.

Sustrato. – Es un medio de crecimiento del hongo compuestos de materiales de pos cosecha siempre y cuando sea rico en lignina y celulosa.

Tripa artificial. - Actúa como un buen protector del sabor, y también como potenciador. Estas tripas no generan ningún tipo de residuo. Son totalmente biodegradables, por lo que son más responsables con nuestro entorno. Aportan un aspecto muy natural al producto, un aspecto totalmente artesanal.