



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario

Título del Proyecto de Investigación:

**“Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (*Pleurotus
ostreatus*), cultivado con sustratos de cáscara de cacao, plátano, coco y
raquis de palma africana”**

Autor:

Jocelyn Daniela Lindao Pérez

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Jorge Gustavo Quintana Zamora M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jocelyn Daniela Lindao Pérez**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Jocelyn Daniela Lindao Pérez

C.I: 120785897-6

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Jorge Gustavo Quintana Zamora**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Jocelyn Daniela Lindao Pérez**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cultivado con sustratos de cáscara de cacao, plátano, coco y raquis de palma africana**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Jorge Gustavo Quintana Zamora M. Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. **Jorge Gustavo Quintana Zamora** M.Sc. en calidad de Director del Proyecto de Investigación “**Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cultivado con sustratos de cáscara de cacao, plátano, coco y raquis de palma africana**” de autoría de la estudiante **Jocelyn Daniela Lindao Pérez**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 9%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	Producción y análisis bromatológico del hongo ostra 1.docx (D23164979)
Presentado	2016-11-09 09:19 (-05:00)
Presentado por	Jorge Gustavo Quintana Zamora (jquintana@uteq.edu.ec)
Recibido	jquintana.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Tesis de Produccion de hongos y analisis quimico Mostrar el mensaje completo 9% de esta aprox. 3 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.

Ing. Jorge Gustavo Quintana Zamora M. Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de investigación:

“PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL HONGO
OSTRA (*Pleurotus ostreatus*), CULTIVADO CON SUSTRATOS DE
CÁSCARA DE CACAO, PLÁTANO, COCO Y RAQUIS DE PALMA
AFRICANA”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Dr. Gregorio Vásquez Montufar

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Orly Cevallos Falquez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Diana Véliz Zamora

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTO

Agradezco y doy la Gloria principalmente a **Dios** que fue el que me dio la fuerza para poder culminar la presente investigación

A la Dra. Yenny Torres Navarrete M.Sc. Decana de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Al Ing. M.Sc. Gerardo Segovia Freire, Coordinador de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, autoridades de nuestra célebre Universidad, por su gestión en el desarrollo y acreditación de nuestra noble institución.

Al Ing. Gustavo Quintana Zamora por sus conocimientos impartidos en la realización de la presente investigación.

Al Dr. Gregorio Vásconez Montufar, al Ing. Orly Cevallos Falquez y a la Ing. Diana Véliz Zamora, miembros del tribunal quienes compartieron sus conocimientos y sugerencias para una mejor redacción de la presente investigación.

A la Señora Junny Carreño secretaria de la Facultad de Ciencias Pecuarias, quien tuvo mucha paciencia para ayudarme a agilizar los tramites de la presente investigación.

A los Señores trabajadores agrícolas y al guardia Don Espinoza de la Facultad de Ciencias Pecuarias, por brindarme su apoyo en el trabajo de campo.

A mi familia y amigos quienes con sus palabras de aliento fueron de gran apoyo en aquellos momentos difíciles, eternamente agradecida a ellos ya que me incitaron a seguir adelante hasta llegar a la meta.

DEDICATORIA

A mi madre la Señora Elba Brigida Pérez Macías.

Por haber sido el pilar fundamental
a lo largo de mi vida,
Por nunca dudar de mis capacidades,
Por prestarme su regazo en momentos difíciles
vividos en mis estudios,
Por sus consejos,
Por su apoyo incondicional,
Por corregir mis valores como persona, sin ti no
lo hubiera conseguido,
TE AMO MI AMOR

A mis hermanos

Daniel Lindao Pérez,
Dayana Mera Pérez, Helen Mera Pérez.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el área de Rumiología, laboratorio ubicado en la finca Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la cual tuvo como objetivo determinar la Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cultivado en diferentes sustratos, utilizando el Diseño Completamente al Azar, con seis repeticiones por tratamiento, los sustratos utilizados en Crecimiento Radial fueron, T1 (PDA), T2 (PDA + Cáscara de cacao), T3 (PDA + Raquis de Palma), T4 (PDA + Cáscara de Plátano), T5 (PDA + Cáscara de Coco), siendo el T5 el mejor tratamiento con medidas de 66.83 mm a las 168 horas, mientras que en producción de las setas del *P. ostreatus* T1 (Cáscara de Cacao), T2 (Raquis de Palma), T3 (Cáscara de Plátano), T4 (Cáscara de Coco) el que obtuvo la mayor producción fue el T1 con 164.13g/kg de sustrato, no habiendo producción en el T2 (PDA + RP) fue descartado para la siguiente variable de composición química, en esta el tratamiento con mayor niveles de proteína fue el T4 (PDA + CCO) mientras que en los análisis de M.S, E.E, F.B, ELNN, AC, el T1 sobre sale con los mayores porcentajes 94.05, 6.52, 12.34, 56.15, 3.32 respectivamente. En la presente investigación en todas las variables en estudio se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) a la prueba de Tukey. Concluyendo que los sustratos con mayor cantidad de compuestos lignocelulósicos son los mejores para la obtención de semilla y producción del hongo *Pleurotus ostreatus* con mayor porcentaje de proteína, para considerarse como un alimento proteico, mientras que en sustratos que conservan la humedad tienen una excelente producción. Por esto se recomienda que al trabajar con residuos fibrosos mantenerlos constantemente húmedos ya que por su capacidad poco absorbente pierden rápido la humedad

Palabras claves: Análisis bromatológico, *Pleurotus ostreatus*, sustratos, producción, compuestos lignocelulósicos

ABSTRACT

This research was carried out in the area of Rumiologia, laboratory located in the finca experience "La Maria" of the State Technical University of Quevedo, which aimed to determine the production and bromatologic analysis of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), cultivated in different substrates, using the design completely random, with six replications per treatment, substrates used in Radial growth were , T1 (PDA), T2 (PDA + cocoa shell), T3 (PDA + rachis of Palm), T4 (PDA + banana peel), T5 (PDA + coconut shell), being the best treatment with 66.83 measures the T5 mm 168 hours, while in production of mushrooms of p. ostreatus T1 (cocoa shell), T2 (rachis of Palm), T3 (banana peel), T4 (coconut shell), which obtained the highest production was T1 with 164.13 g/kg of substrate , not having production in T2 (PDA + RP) was ruled out for the next variable chemical composition, this treatment with higher protein levels was the T4 (PDA + BCC) while than analyses of M.S, E.E, F.B, ELNN, AC, T1 comes with the highest percentages 9405, 6.52, 12.34, 56.15, 3.32 respectively. In the present investigation in all the variables in the study were no significant differences ($p \leq 0.05$) to the Tukey test. Concluding that with most composite lignocellulosic substrates are best for obtaining seed and production of the fungus *Pleurotus ostreatus* with highest percentage of protein, to be considered as a protein food, while that in substrates that retain moisture have an excellent production. For this reason it is recommended that working with fibrous waste keep them constantly wet for their little absorbent ability they will quickly lose moisture

Key words: Bromatologic analysis, *Pleurotus ostrestus*, production, compounds lignocellulosic substrates

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICACIÓN MIEMBROS DE TRIBUNAL DE TESIS.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLIN	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.	5
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual	8
2.2.1 Pleurotus ostreatus (hongo ostra)	8
2.2.2 Hifas	8
2.2.3 Micelio	8

2.2.4	Endoporios	8
2.2.5	Hongos saprófitos	9
2.2.6	Píleo	9
2.2.7	Himenio	9
2.2.	Marco referencial.....	10
2.2.2.	Descripción morfológica del hongo	15
2.2.3.	Parámetros productivos de los hongos comestibles	16
2.2.4.	Composición química de <i>P. ostreatus</i>	17
2.2.5.	Características de los sustratos para la producción de hongos.	18
2.2.5.1.	Subproductos del plátano.....	20
2.2.5.2.	Subproductos de palma.....	21
2.2.5.3.	Subproductos de cacao.	22
2.2.5.4.	Fibra de coco	23
2.2.6.	Metodología de producción	24
2.2.6.1.	Estimación de la productividad	25
2.2.6.2.	Plagas y enfermedades.	26
CAPÍTULO III		28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		28
3.1.	Tipo de investigación	29
3.2.	Métodos de investigación	30
3.2.1.1.	Preparación de los Medios de Cultivo.....	30
3.2.1.2.	Determinación de la curva de crecimiento Radial.....	31
3.2.1.3.	Obtención de semilla del hongo para fermentación en medio sólido.....	31
3.2.1.4.	Fermentación en medio sólido.....	32
3.2.1.5.	Producción de las setas en la cámara de incubación	33
3.3.	Fuentes de recopilación de información.....	33
3.3.1.	Fuente primaria.....	33
3.3.2.	Fuente secundaria	33
3.4.	Diseño de la investigación.....	34
3.4.1.	Tratamientos	35
3.5.	Instrumentos de investigación	36
3.6.	Tratamiento de los datos.....	39

3.7. Recursos humanos y materiales.....	39
CAPITULO IV	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Crecimiento radial del <i>Pleurotus ostreatus</i> en diferentes medios de cultivos.....	43
4.1.1. Producción del hongo ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>), cultivados con sustratos de cáscara de cacao, plátano, raquis de Palma Africana y cáscara de coco	45
4.1.2. Composición química	46
CAPÍTULO V	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones	50
CAPÍTULO VI	51
BIBLIOGRAFÍA	51
6.1. Referencias bibliográficas	52
CAPÍTULO VII.....	57
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
1. Clasificación taxonómica del hongo ostra.....	13
2. Composición del hongo <i>P. ostreatus</i>	18
3. Composición química de la cáscara de plátano	21
4. Composición de la fibra del raquis de palma africana.....	22
5. Composición química de la cáscara de la mazorca de cacao	23
6. Composición química de la cáscara de coco	24
7. Condiciones meteorológicas de la zona de estudio	29
8. Análisis de varianza para el crecimiento radial	34
9. Análisis de varianza para la producción y composición química de las setas.....	34
10. Tratamientos evaluados en la primera fase de la investigación.....	35
11. Tratamientos a evaluar en la segunda fase de la investigación	36
12. Crecimiento radial del hongo <i>P. ostreatus</i> inoculado en diferentes medios	44
13. Producción de setas de hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> en subproductos agrícolas	46
14. Composición química del <i>Pleurotus ostreatus</i> en diferentes sustratos agrícolas.....	47

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN	Pág.
(Ecuación 1 Modelo matemático del diseño aplicable para la presente investigación.....	34
(Ecuación 2) Análisis de humedad	37
(Ecuación 3) Materia Seca	37
(Ecuación 4) Materia orgánica	38

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Certificado de análisis químicos.....	58
ANEXO 2. Análisis Químico del hongo producido en la cáscara de cacao.....	58
ANEXO 3. Análisis Químico del hongo producido en la cáscara de plátano	59
ANEXO 4. Análisis Químico del hongo producido en la cáscara de coco	60

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>), cultivado con sustratos de cáscara de cacao, plátano, coco y raquis de palma africana”				
Autor:	Lindao Pérez Jocelyn Daniela				
Palabras clave:	Análisis Bromatológico	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sustratos	Producción	Compuestos Lignocelulósicos
Fecha de Publicación:					
Editorial:	UTEQ				
Resumen	Resumen.- La presente investigación se realizó en el área de Rumiología, laboratorio ubicado en la finca Experimenta “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la cual tuvo como objetivo determinar la Producción y análisis bromatológico del hongo ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>), cultivado en diferentes sustratos, utilizando el Diseño Completamente al Azar, con seis repeticiones por tratamiento, los sustratos utilizados en Crecimiento Radial fueron, T1 (PDA), T2 (PDA + Cáscara de cacao), T3 (PDA + Raquis de Palma), T4 (PDA + Cáscara de Plátano), T5 (PDA + Cáscara de Coco), siendo el T5 el mejor tratamiento con medidas de 66.83 mm a las 168 horas, mientras que en producción de las setas del <i>P. ostreatus</i> T1 (Cáscara de Cacao), T2 (Raquis de Palma), T3 (Cáscara de Plátano), T4 (Cáscara de Coco) el que obtuvo la mayor producción fue el T1 con 164.13g/kg de sustrato, no habiendo producción en el T2 (PDA + RP) fue descartado para la siguiente variable de composición química, en esta el tratamiento con mayor niveles de proteína fue el T4 (PDA + CCO) mientras que en los análisis de M.S, E.E, F.B, ELNN, AC, el T1 sobre sale con los mayores porcentajes 94.05, 6.52, 12.34, 56.15, 3.32 respectivamente. En la presente investigación en todas las variables en estudio se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) a la prueba de Tukey. Concluyendo que los sustratos con mayor cantidad de compuestos lignocelulósicos son los mejores para la obtención de semilla y producción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> con mayor porcentaje de proteína, para considerarse como un alimento proteico, mientas que en sustratos que conservan la				

	humedad tienen una excelente producción. Por esto se recomienda que al trabajar con residuos fibrosos mantenerlos constantemente húmedos ya que por su capacidad poco absorbente pierden rápido la humedad Abstract-This research was carried out in the area of Rumiología, laboratory located in the finca experience "La Maria" of the State Technical University of Quevedo, which aimed to determine the production and bromatologic analysis of the oyster mushroom (<i>Pleurotus ostreatus</i>), cultivated in different substrates, using the design completely random, with six replications per treatment, substrates used in Radial growth were , T1 (PDA), T2 (PDA + cocoa shell), T3 (PDA + rachis of Palm), T4 (PDA + banana peel), T5 (PDA + coconut shell), being the best treatment with 66.83 measures the T5 mm 168 hours, while in production of mushrooms of p. ostreatus T1 (cocoa shell), T2 (rachis of Palm), T3 (banana peel), T4 (coconut shell), which obtained the highest production was T1 with 164.13 g/kg of substrate , not having production in T2 (PDA + RP) was ruled out for the next variable chemical composition, this treatment with higher protein levels was the T4 (PDA + CS) while than analyses of M.S, E.E, F.B, ELNN, AC, T1 comes with the highest percentages 94.05, 6.52, 12.34, 56.15, 3.32 respectively. In the present investigation in all the variables in the study were no significant differences ($p \leq 0.05$) to the Tukey test. Concluding that with most composite lignocellulosic substrates are best for obtaining seed and production of the fungus <i>Pleurotus ostreatus</i> with highest percentage of protein, to be considered as a protein food, while that in substrates that retain moisture have an excellent production. For this reason it is recommended that working with fibrous waste keep them constantly wet for their little absorbent ability they will quickly lose moisture
Descripción	81 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

En las actividades agrícolas se generan muchos desechos de origen vegetal, entre estos están varios que presentan un 70 % de celulosa y lignina, estos desechos agroindustriales con un alto contenido lignocelulósico presentan dificultad para degradarse, existen en la naturaleza gran cantidad de microorganismos que utilizan estos compuestos como fuente de nutrición y algunos de ellos son usados como alternativa para la alimentación mundial (1).

La producción de hongos superiores especialmente la del hongo ostra, debido a su capacidad única para degradar residuos lignocelulósicos y a la calidad de sus compuestos proteicos, se presenta como una alternativa muy atractiva de producción a partir de residuos agroindustriales de alto contenido de fibra. Este desarrollo de tecnologías eficientes para el cultivo de este basidiomiceto está necesitando cada vez más de la existencia de información científica pertinente para la aplicación de los métodos modernos para una mayor producción (2).

Este hongo, además de presentar beneficios alimenticios, presenta una capacidad biorremediadora, debido a que se ha reportado la habilidad de cepas del hongo *Pleurotus pulmonarius* para biotransformar moléculas de herbicidas como la atrazina y de insecticidas como el endosulfan demostrando su importancia dentro de la protección del medio ambiente, aunque a pesar de todo lo anteriormente expuesto, en muchos casos estos residuos son quemados o dispuestos en rellenos sanitarios donde los biopolímeros de lenta degradación como la celulosa permanecen durante años casi sin alteraciones; además, con respecto a los efectos benéficos medicinales que presenta *P. ostreatus* es conocida su actividad anticancerígena, efectos inmunomodulatorios, antivirales, antibióticos, antiinflamatorios y disminución en los niveles de colesterol (3).

Hay muchas formas de reproducir esta especie de hongo: se pueden usar bolsas colgadas, tarimas de madera o de cedazo inoxidable, etc., existiendo una gran diversidad de materiales orgánicos que pueden usarse como sustrato, como pulpa de café, tuza y cáscara de maíz, cáscara de frijol, hojarasca, pasto, bagazo de caña de azúcar o de maíz, etc., además, esta actividad es 100% orgánica y permite utilizar los subproductos derivados de los procesos de transformación de productos agrícolas (4).

Una vez cumplido el ciclo productivo del hongo, el sustrato que fue usado como medio de cultivo, es decir, el residuo puede usarse después de la cosecha como suplemento alimenticio para el ganado ya que *P. ostreatus* acelera la degradación de la lignina aumentando la digestibilidad y aportando a la vez proteína micelial o llevarse a compostaje para convertirlo en abono orgánico para incorporarlo al ciclo productivo de los cultivos agrícolas (1).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema

Los sustratos utilizados en la siguiente investigación constituyen los principales sistemas de producción agrícola en el país, sin embargo, estas actividades producen gran cantidad de desechos agrícolas, provocando contaminación ambiental al tener un mal manejo en el proceso de eliminación de los subproductos agrícolas, generando la proliferación de plagas como son las ratas, moscas etc.

La creciente demanda de productos alimenticios alternativos ha abierto la puerta al debate sobre que organismos producir para suplir las deficiencias nutricionales de las especies de interés pecuario, y de la sociedad. El consumo de hongos comestibles se ve limitado al uso de hongos tradicionales como los champiñones, sin embargo, existen otras especies de características deseables para la industria, que no han sido estudiadas completamente.

La agroindustria produce grandes cantidades de residuos de origen orgánico, en especial sub productos con alto contenido de fibra, los cuales en la mayor parte de los casos no disponen de un programa de reutilización y recirculación que permitan aprovechar los nutrientes aun disponibles.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Resulta posible la producción del hongo comestible *P. ostreatus* en los diferentes sustratos elaborados con subproductos de las actividades agrícolas de la zona?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ¿Resulta posible cultivar *P. ostreatus*, en diferentes sustratos de subproductos agrícolas?
- ¿Realmente las setas del hongo poseen características nutritivas en su composición química?
- ¿Resulta rentable la actividad de producir este hongo en los diferentes sustratos a evaluar?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Producir y realizar el análisis bromatológico del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) cultivado en diferentes sustratos de subproductos agrícolas de cacao, plátano, coco y raquis palma africana.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar el medio de cultivo óptimo para el crecimiento Radial de *P. ostreatus* utilizando subproductos agrícolas
- Evaluar el comportamiento productivo de *P. ostreatus*, cultivado en diferentes sustratos de subproductos agrícolas.
- Analizar la composición química de las setas del hongo *P. ostreatus* producido en diferentes sustratos agrícolas.

1.3. Justificación.

Los desechos agrícolas como agroindustriales son un grave problema en el país, debido a que su principal manejo es quemarlos, por esta razón, resulta necesaria la búsqueda de otras alternativas de reutilizarlos para generar un valor agregado a los productores. La fungicultura realizada sobre desechos agroindustriales genera tanto desarrollo económico a diferentes niveles como beneficios ecológicos, debido a la facilidad de desarrollo de los hongos en esta clase de sustratos ha dado vía libre a procesos biotecnológicos basados en la bioconversión llevada a cabo por ellos.

A nivel nacional el consumo de hongos comestibles ha seguido en auge, debido a que la población busca alimentarse de una manera más saludable, nutritiva y que contribuyan a mejorar la salud, ya que, estos organismos cuentan con aminoácidos esenciales, ácidos grasos insaturados, azúcares, vitaminas, fibra y otros compuestos. *Pleurotus ostreatus* se presenta como un organismo degradador de celulosa y fibra, esto puede ser utilizado con fines económicos, al poder utilizar residuos de cosechas y procesamiento agroindustriales y obtener beneficios adicionales al cultivo principal.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.2.1 *Pleurotus ostreatus* (hongo ostra)

Al *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fries) Kummer, se le conoce comúnmente como hongo ostra, Hiratake y Tomogitake. Es uno de los más comunes de todos los hongos saprofitos, distribuidos por casi todos los bosques tropicales del mundo; crecen saprofiticamente sobre maderas duras de hoja ancha, a veces coníferas especialmente madera de algodón, roble, sauce, álamo, entre otras especies (5).

2.2.2 Hifas

Son estructuras filamentosas cilíndricas características de la mayoría de los hongos que conforman su estructura vegetativa. Están constituidos por una fila de células alargadas envueltas por la pared celular que, reunidas, forman el micelio (6).

2.2.3 Micelio

Es la masa de hifas que constituye el cuerpo vegetativo de un hongo. Dependiendo de su crecimiento se clasifican en reproductores (aéreos) o vegetativos. Los micelios reproductores crecen hacia la superficie externa del medio y son los encargados de formar los orgánulos reproductores (endosporios) para la formación de nuevos micelios. Los micelios vegetativos se encargan de la absorción de nutrientes, crecen hacia abajo, para cumplir su función (7).

2.2.4 Endosporios

Conocidas también como endosporas, son células especializadas no reproductivas, producidas por algunos microorganismos de la división Firmicute. Su función primaria es asegurar la supervivencia en tiempos de tensión ambiental, debido a que son extraordinariamente resistentes a la radiación (ultravioleta, X y gamma), a la desecación, a

la lisozima, al calor, a los desinfectantes químicos y a trituración mecánica. Las endosporas se encuentran comúnmente en el suelo y el agua donde pueden sobrevivir durante largos periodos (8).

2.2.5 Hongos saprófitos

Son hongos descomponedores de la materia orgánica como madera, hojas, etc. Estos hongos, como la mayoría de ellos, necesitan de fuentes de Carbono, nitrógeno y compuestos inorgánicos como fuentes nutritivas, encontrando a la celulosa, hemicelulosa y lignina como su principal proveedor (9).

2.2.6 Píleo

En micología, el píleo es el nombre técnico que se le da al sombrero de un basidiocarpo o ascocarpo (cuerpo fructífero del hongo), que sustenta una superficie donde se alojan las esporas, el himenio (10).

2.2.7 Himenio

El himenio es la parte fértil del basidiocarpo de los basidiomicetos y de los ascocarpos de los ascomicetos, formada por los basidios o ascas, que son las estructuras productoras de esporas (10).

2.2. Marco referencial

Se presentan investigaciones desarrolladas afines al tema de investigación que fundamentan las teorías existentes sobre el problema y las posibles soluciones.

Investigaciones realizadas por Ramos (11), resaltan la importancia del aprovechamiento de los residuos agroindustriales del proceso de extracción de la palma aceitera, la misma que genera grandes volúmenes de residuos orgánicos (fibra, raquis, lodo) que al no ser procesados pueden provocar riesgos de contaminación ambiental. Sobre estos subproductos lignocelulósicos se cultivó el hongo *Pleurotus ostreatus* mediante el empleo de la tecnología de fermentación en estado sólido, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad cosechando hongos con alto contenido proteico, dentro de un tiempo a cosecha de 20 a 23 días.

Otros experimentos se realizaron en el municipio de Ituango, desarrollados por Fernández, (1) aprovecharon los residuos de la producción de cultivos agrícolas como Cacao, Caña y Maracuyá, entre otros. Los sustratos fueron: caña (*Saccharum officinarum*) el bagazo y cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y pasto estrella seco (*Cynodon plectostachium* – *C. nlemfluensis*) como tratamiento testigo. Se aplicaron procedimientos técnicos para el cultivo de ostras, ya que los mejores resultados se obtuvieron del tratamiento con bagazo de caña con una mayor eficiencia biológica.

En otras investigaciones realizadas por Martínez, (12) en cambio se evaluó la producción del cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* usando tres tipos de tamaño de partícula de guadua como sustrato denominados láminas, astillas y aserrín, los cuales fueron esterilizados y depositados en bolsas de polietileno con la semilla. Los resultados para el sustrato tipo aserrín indicaron buenos periodos de colonización y fructificación, un rendimiento medio de 9.2%, una eficiencia biológica de 9.2%, precocidad de 26 días, y no se presentaron pérdidas en el proceso; el sustrato tipo astillas presentó una colonización y fructificación tardías, un rendimiento medio de 13.31%, una eficiencia biológica de 15.6%, precocidad de 84 días y una pérdida en el proceso de 25%.

Quizhpilema (13) estudió la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, en sustratos a base de residuos orgánicos, compuesta por diferentes, mezclas de contenido ruminal (10%), harina de sangre, cal y melaza, a la que se añadió diferentes proporciones de paja de cereal y rastrojo de cosecha, posteriormente se evaluó su industrialización mediante la elaboración de conservas con tres tipos de mezclas a base agua y sal, más ácido cítrico, vinagre y vinagré más especias. Las mejores producciones (316 y 301gr/bolsa), se registraron al emplearse niveles bajos de paja de cebada, el contenido de proteína fue de 28.13 a 28.29%. En la evaluación organoléptica se determinó que al utilizar vinagre más especias, la valoración total fue de muy buena aceptación, no así como cuando se utilizó el ácido cítrico y el vinagre que fueron consideradas como buenas, obteniéndose rentabilidades entre 29 y 22% cuando se utilizaron los lechos de las mezclas 3 y 4 (29 y 22%), por lo que se recomienda producir hongos *Pleurotus ostreatus*, en sustratos orgánicos.

Parte importante de la producción de hongos comestibles es el manejo de sus parámetros productivos que puedan asegurar una óptima productividad, en base a este problema se han desarrollado investigaciones como la expuesta por Vega y Franco (14), en la cual determina parámetros productivos como la eficiencia biológica (EB), tasa de productividad (TP), tamaño de los cuerpos fructíferos, grasa, fibra, carbohidratos totales, valor de energía y proteínas totales, además de haber sido analizados para hongos comestibles de la cepa importada *Pleurotus pulmonarius* RN2 y dos cepas nativas de Panamá *P. djamor* RN81 y RN82, cultivadas sobre paja de arroz (*Oriza sativa* L), rastrojo y tuza de maíz (*Zea maíz* L.). Se obtuvo diferencias significativas para la eficiencia biológica, proteínas, carbohidratos y fibra por efecto de la interacción cepa-sustrato.

Por otro lado, existen investigaciones enfocadas en el impacto ambiental positivo que puede generar el cultivo de hongos ligninocelulóticos, como el caso de la investigación propuesta por Viveros *et al.*, (15) la misma que fue dividida en dos fases: La cualitativa que consistió en recompilar la información proporcionada por los productores de maíz, frijol y del hongo (*Pleurotus spp.*) utilizando una encuesta dirigida, estructurada con diez ítems, para obtener los volúmenes y usos de los subproductos de la actividad agrícola,

mientras que la fase experimental consistió en la determinación de los parámetros productivos como la Eficiencia Biológica (EB).

Trabajos realizados en el país permitieron conocer la preferencia de este hongo a los residuos que contienen altas cantidades de carbono, para lo cual se evaluó diferentes niveles de composición de un sustrato en el que utilizo avena, cebada, trigo, vicia y paja de paramo más la inclusión del 10% de tuza molida, más el 8% de Afrecho de cebada y un 2% de carbonato de calcio. Los resultados obtenidos demostraron que los sustratos con cebada y trigo obtuvieron los mejores parámetros productivos en comparación con los tratamientos evaluados (16).

En otros trabajos se evaluaron tres tipos diferentes de sustratos para la producción de este hongo comestible, que consistieron en la utilización de bagazo de caña, paja de trigo, aserrín y una mezcla forrajera. Los resultados demostraron que con el uso del bagazo de caña se obtuvo la mayor producción de hongos frescos con un promedio de 177.1 g a partir de 8 kg de sustrato húmedo (17).

En otras investigaciones publicadas, el objetivo fue evaluar tres sustratos: fibra de coco (*Cocos nucifera* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.) y bagazo de caña (*Saccharum officinarum* L.) para la producción artesanal, bajo condiciones controladas del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). Se concluye que con la utilización del sustrato fibra de coco se obtienen los mejores resultados con base en el rendimiento (1.259 kg), eficiencia biológica (111%), tiempo de brotación de primordios (26.4 días) y diámetro del hongo ostra (6.08 cm); así mismo, con este sustrato se obtuvo la mayor relación beneficio-costos (1.58). Aunque se puede considerar también como alternativa el sustrato alfalfa, ya que con él también se obtiene una relación beneficio-costos positiva (1.29). Con los resultados de la presente investigación se establecen las bases para iniciar un proceso de producción para los pequeños productores de la localidad de Moyuta, Jutiapa y adecuado para las condiciones socioeconómicas en que viven los mismos (18).

2.2.1. Generalidades del hongo Ostra

Las especies del género *Pleurotus* se presentan como una alternativa de producción y consumo que están en aumento con el pasar de los años, mediante la utilización de sustratos para su cultivo una gran variedad de materiales, en comparación con otros hongos (aproximadamente 200 desechos diferentes), debido a su rápido crecimiento micelial, a las demandas nutricionales simples necesarias para su desarrollo las cuales deben ser proporcionadas por el sustrato, y a su sistema de enzimas multilaterales, que le permiten biodegradar casi todos los tipos de residuos disponibles (19).

Este tipo de microorganismos fúngicos responden a la clasificación de los hongos macromicetos o macroscópicos, debido a que, a pesar de poseer la misma forma de crecimiento en forma de hifas y micelio que los hongos microscópicos, tienen la particularidad de formar un cuerpo fructífero visible, aéreo (también denominado carpóforo) que es propiamente lo que se suele identificar como “hongo”. El cuerpo fructífero se compone de las siguientes partes: micelio primario, micelio secundario, píleo o sombrero, contexto o carne, estípite o tallo, el himenio y las esporas, que pueden ser sexuales o asexuales (20). La clasificación taxonómica del hongo ostra se describe en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del hongo ostra

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

FUENTE: (17).

2.2.1.1. Características fenotípicas del hongo ostra

La mayoría de los hongos macroscópicos se pueden identificar mediante un examen visual *in situ*, sin embargo, para completar los estudios se recurre a la observación de sus características microscópicas como son la forma y dimensiones de sus esporas y sus hifas, ya que de acuerdo con los criterios taxonómicos tradicionales citados por Calderón (20), las características, muy variables para la identificación de un hongo, son las siguientes:

- **El color.** - Existen hongos de coloración roja, rosácea, café, blanca, etc., ya que el color es una característica de suma importancia para la identificación de los hongos permitiendo diferenciar especies.
- **El píleo o sombrero.** – Esta estructura puede presentar gran variedad de formas como: embudo, campánulado, plano, convexo, cilíndrico, giboso, etc., tener variaciones sobre sus márgenes como pueden ser dentados, enrollados, levantados, etc., poseer texturas del píleo con sensación de humedad, ser mucilaginoso, aceitoso, sedoso, tener escamas, vellosidades, estrías, brillantez u ornamentaciones (cavidades, grietas, arrugas, espinas, etc.).
- **El estípite o pie.** - Algunos hongos pueden no tener estípite, cuando lo tienen puede estar ubicado justo abajo del centro del píleo, de manera lateral o excéntrica, pudiendo presentarse bulboso, torcido, rígido, liso, quebradizo, leñoso, flexible, correoso, etc. La presencia y forma de la volva en la base del tallo o de un anillo en la parte superior del mismo.
- **El himenio.** - Son unas láminas que varían en su forma, su tamaño, su densidad, la unión con el estípite, la presencia de dientes o poros, etc.

- **El anillo.** - Es un velo parcialmente cerrado que protege las láminas, adherido al pie de la seta, algunos hongos pueden no poseer esta estructura.
- **El olor y el sabor del hongo.** - Estas características son de importancia secundaria, sin embargo, ayudan a la confirmación de algunas especies en particular. El olor puede ser agradable, imperceptible, nauseabundo, etc.

2.2.2. Descripción morfológica del hongo

El *P. ostreatus* es un hongo saprofita y algunas veces parásito que crece principalmente sobre sustratos lignocelulósicos vivos o muertos, pobres en nutrientes y con bajos niveles de minerales y vitaminas. El carpóforo o sombrerillo de esta seta es redondeado, con la superficie lisa, abombada y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco; el borde está algo enrollado al principio (4).

El diámetro oscila entre 5 y 15 cm, dependiendo de la edad del hongo. El color es variable, desde gris claro o gris pizarra hasta pardo, tomando una coloración más amarillenta conforme su desarrollo. En la parte inferior del sombrerillo, hay unas laminillas dispuestas radialmente, que van desde el pie o tallo hasta el borde. Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o cremas, a veces bifurcadas, en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie (4).

Las esporas son pequeñas, oblongas, casi cilíndricas, que en gran número forman masas de polvo o esporadas, de color blanco con cierto tono lila-grisáceo. El pie suele ser corto, algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Los hongos pueden crecer de forma aislada, sobre una superficie horizontal o en grupo formando repisas laterales superpuestas. La carne de la seta es blanca, de olor algo fuerte, tierna al principio y después correosa (4).

El micelio de este hongo puede crecer en una temperatura entre 0 y 25 °C, con temperatura óptima de 30 °C, y en un rango de pH entre 5.5 y 6.5, además, se ha observado que después de cosechar los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, en los materiales usados como sustratos las cantidades finales de hemicelulosa, celulosa y lignina se han reducido en un 80% sugiriendo que todos los materiales que contienen estos compuestos, pobres en nitrógeno pueden ser usados como sustratos para *Pleurotus spp.* (21).

2.2.3. Parámetros productivos de los hongos comestibles

El reino *Fungi* es una alternativa productiva muy atractiva debido al incremento en la demanda de proteína de origen microbiano, lo que los coloca con ciertas ventajas naturales respecto a otros microorganismos, como por ejemplo el buen contenido de proteína (aproximadamente del 20 al 30 % MS), contienen todos los aminoácidos esenciales y pudiendo así suplantar la carne sin ningún problema, poseen pared quitinosa que actúa como una fuente de fibra dietética, tienen alto contenido de vitamina B y bajo contenido de grasa; adicionalmente se puede destacar que es virtualmente libre de colesterol (22).

China es el principal productor de hongos cultivados para el consumo en el mundo, lo que representa que aproximadamente 25 millones de personas estén involucradas en esta actividad agroproductiva. Ya en América latina, específicamente en México, se calcula que 25000 empleos directos e indirectos podrían haberse generado en los últimos años como resultado de la producción e industrialización de estos organismos (23).

Estos hongos o setas comestibles constituyen aproximadamente unas 7000 especies de las 1.5 millones de especies conocidas existentes en la naturaleza, reconocidos por sus propiedades nutracéuticas, antitumorales y reguladores (24).

La rentabilidad del cultivo de hongos es muy atractiva por su bajo costo de producción y debido a que puede ser cultivado mediante el empleo de desechos agroindustriales lignocelulósicos, materiales poco aprovechados que se producen de forma natural en cantidades enormes, ya que se estima que se producen unas 1×10^{10} TM cada año; mientras que otra cuestión favorable al uso de hongos degradadores de fibra es que crecen muy bien en medios sólidos, siendo la fermentación en estado sólido (FES) un proceso que tiene grandes ventajas con respecto a la fermentación sumergida tales como una mayor productividad, menor costo de inversión, bajo consumo de energía, procesos más simples, menor cantidad de agua residual y mejor eficiencia en la recuperación de los productos (22).

2.2.4. Composición química de *P. ostreatus*

La composición química de *P. ostreatus* es muy variable y depende del estado de desarrollo y de la cepa utilizada; la variabilidad es ocasionada por diferencias en el contenido de humedad, temperatura y la presencia de nutrientes. Constituyen una alternativa para mejorar la nutrición humana debido a sus propiedades nutraceuticas, poseer compuestos bioactivos antitumorales y moduladores inmunológicos, proteína de alta calidad, minerales, vitaminas, carbohidratos, fibra y escaso contenido de lípidos (24).

La seta del hongo ostra, así como otras setas, representa una fuente importante de selenio, siendo este un mineral muy importante para el metabolismo humano, demostrando ser uno de los micronutrientes que poseen un mayor efecto antioxidante y de protección contra algunos tipos de cáncer. Adicionalmente se resalta su alto contenido en polisacáridos que conlleva a una acción beneficiosa sobre el sistema inmunológico (21).

El cultivo de los hongos del género *Pleurotus* representa un gran atractivo debido principalmente a que proporciona proteínas de alta calidad sobre un sustrato que consiste en materiales de desecho de carácter lignocelulósico, materiales producidos en gran

cantidad en la actividad agrícola y que, a pesar de que la calidad de las proteínas de los hongos no es tan alta como la proteína animal, se considera que la producción de ésta es más eficiente en términos de costos, espacio y tiempo (21).

La composición química del hongo se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 2. Composición del hongo *P. ostreatus*.

Componente	Valor	Unidad de medida
Proteína	26	% en base seca
Grasa	0.9 – 1.8	% en base seca
Carbohidratos	57 – 61	% en base seca
Fibra	11.9	% en base seca
Calcio	0.02	% en base seca
Hierro	0.02	% en base seca
Fosforo	1.40	% en base seca
Energía	367	Kcal/g

FUENTE: (17).

2.2.5. Características de los sustratos para la producción de hongos.

El sustrato es el material orgánico donde se siembra la semilla del hongo. El sustrato primario es donde se hace la germinación de las esporas y el secundario que se usa para reproducir solamente el micelio. Los dos últimos sustratos deben manejarse con mucha inocuidad y bajo condiciones ambientales muy especiales que solamente se logran en un laboratorio (4).

Problemas como el crecimiento limitado de la biomasa, sobrecalentamiento del medio de cultivo y bajos rendimientos en base al consumo de las materias primas y a la síntesis de productos son algunas de las consecuencias que se derivan de un inadecuado manejo de los sustratos para el cultivo de hongos. Estas deficiencias pueden afectar significativamente la

viabilidad económica del proceso, aun cuando se parta de materias primas baratas, como son la mayoría de los residuos agroindustriales (25).

Entre los residuos lignocelulósicos susceptibles de ser utilizados en la producción de hongos comestibles (fermentación en estado sólido) y destacados en la bibliografía se destacan: la alfalfa, la paja de cebada y arroz, los residuos de frijol, los pastos, el tamo de trigo, los residuos del maíz, el aserrín de madera, residuos de algodón, de girasol, de cacao, de café, del bagazo de caña, los residuos del plátano, de la soya, de la papa y los residuos de flores, ya que todos estos se producen en volúmenes notables, no compiten con la alimentación humana y en ocasiones producen efectos ambientales indeseados, ya que se presentan en la estructura de estos residuos agrícolas compuestos principalmente celulosa, lignina y hemicelulosa, entre otros componentes adicionalmente como ciertas cantidades de proteína, grasa, fibra, calcio, fósforo, nitrógeno y potasio (25).

Esta composición es la base para la producción de biomasa de los hongos comestibles sea excelente, sin embargo, dadas las características de cada residuo y las demandas nutricionales de cada cepa, no siempre se consigue un aprovechamiento eficiente (25).

El contenido de humedad en el sustrato para el desarrollo de los hongos debe estar entre el 50 y el 80%, ya que la fructificación suele darse en condiciones normales cuando se tiene un 20% de oxígeno y una concentración de CO₂ no mayor de 800 ppm en el ambiente que circunda al hongo y la humedad relativa óptima para la fructificación de 85 a 90% (21).

La lignina es un complejo químico aromático fenólico localizado entre las moléculas de celulosa de la pared vegetal, lo que hace muy difícil su degradación, por lo cual, estos hongos de pudrición blanca son considerados como agentes primarios de descomposición de compuestos lignocelulósicos porque son capaces de utilizar los desechos agrícolas en su forma original sin que hayan sido sujetos previamente a algún proceso de degradación bioquímico o microbiológico (26).

Se han realizado numerosas investigaciones con el fin de obtener productos alimenticios a partir de residuos generados por la agroindustria, contribuyendo de esta manera al cuidado del medio ambiente. Estas investigaciones se basaron principalmente en el uso de residuos provenientes de la industria cervecera, de los cítricos y jugos, vitivinícola, cafetera y azucarera entre otras, para ser empleados como sustratos para el cultivo de varias especies de hongos comestibles, tales como *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *P. pulmonarius*, *P. sajor-caju*, *P. citrinupileatus* (27).

Es sustrato que queda después de la producción de hongos comestibles es un alimento bajo en fibra y con alto valor nutritivo, por lo cual se han estado desarrollando investigaciones donde se buscan aprovechar este sustrato en la alimentación de animales domésticos como el caso del cuy, obteniendo resultados satisfactorios (28).

2.2.5.1. Subproductos del plátano

A partir del plátano (*Musa sapientum*) se pueden obtener el almidón de la pulpa, que presenta un contenido de 32% de amilasa, de estructura cristalina tipo B, y sus granos presentan un polimorfismo en su forma y tamaño, pero durante la maduración del plátano el contenido de almidón total y resistente, así como el contenido de carbohidratos parietales, disminuyen significativamente (29).

La pulpa del plátano puede ser empleada como un sustrato idóneo para el cultivo de hongos comestibles. Existen investigaciones donde se utilizaron cuatro sustratos agrícolas para evaluar el crecimiento micelial en cada sustrato, solo y en combinación (1:1) fibra de coco (*Cocos nucifera*), cáscaras de cacao (*Theobroma cacao*), hojas de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de cedro (*Cedrela odorata*), como sustratos potenciales de fructificación, evaluando y caracterizando el crecimiento micelial in vitro de los hongos *Auricularia fuscusuccinea*, *Oudemansiella canarii* y *Schizophyllum commune*, obteniendo los mayores parámetros productivos con el empleo de forraje de plátano (30).

Tabla 3. Composición química de la cáscara de plátano

Plátano/Banano (<i>Musa sapientum/paradisiaca</i>)	Agua	CP	EE	CF	NFE	Ceniza	Ca	P
Cáscaras maduras, frescas.	85.9	1.1	1.6	1.1	8.4	1.9	-	-
Cáscaras maduras, secas	12.0	6.8	7.1	7.6	57.3	9.2	-	-
Cáscaras inmaduras secas	10.0	6.9	5.4	11.7	51.2	14.8	-	-
Plátano maduro fresco	68.8	1.1	0.2	0.3	30.5	1.1	0.2	0.8
Plátano verde con cáscara	10.0	4.3	1.0	6.2	74.0	4.5	-	-
Cáscara de plátano maduro	81.6	1.7	1.0	1.2	11.3	3.2	-	-

CP: Proteína cruda; EE: Extracto etéreo; CF: Fibra cruda; NFE: Extractos Libres de Nitrógeno.

FUENTE: (31).

2.2.5.2. Subproductos de palma.

El impacto ambiental de los cultivos de palma africana genera dos posiciones diferentes sobre el tema, una es la planteada por organizaciones ambientalistas y la otra por las empresas dedicadas a esta industria. Por tratarse de una especie originaria de África e introducida en los otros continentes como América y Asia, es evidente que los cultivos de palma de aceite, considerados como monocultivos, han reemplazado principalmente a bosques tropicales originarios, a cultivos de ciclo corto y a pastizales dedicados a la crianza de ganado (32).

El raquis es el racimo que sostiene a los frutos de la palma africana, posee contenido de humedad y con residuos de aceite propio de los frutos, posee una estructura dura e impenetrable, difícil de cortar. Tiene un gran tamaño y un tronco sólido para soportar el gran peso debido a la cantidad de frutos y su principal uso es como abono para las propias instalaciones, y aunque no se han encontrado registros de su utilización como fuente de energía en el país, Europa se conoce que se utiliza para la obtención de bioetanol o biogás (33).

Tabla 4. Composición de la fibra del raquis de palma africana.

Componte	Porcentajes presentes en la fibra (%)
Celulosa	59.7
Hemicelulosa	22.1
Lignina	18.1
Ceniza	3.8

FUENTE: (34).

2.2.5.3. Subproductos de cacao.

El cultivo del cacao produce, desde la etapa de recolección hasta la de procesamiento, una serie de desechos, “10 toneladas de desechos frescos por cada tonelada de semillas secas” Estos desechos están constituidos por la cáscara del fruto y la pulpa de las semillas, los cuales son ricos en taninos, polifenoles, alcaloides, azúcares y polisacáridos (35).

La cáscara de la mazorca de cacao se considera un desecho del proceso agrícola de producción del cacao, no obstante, una parte de este desecho se utiliza como abono para el mismo cultivo. Este uso tiene la desventaja de que el material se convierte en un medio de cultivo para la propagación de patógenos los cuales afectan al mismo cultivo de cacao, sin embargo, se han propuestos diversas aplicaciones para el uso de la cáscara de la mazorca de cacao entre las que se destacan el aprovechamiento como alimento para animales de granja y precursor para la elaboración de sales de potasio para jabón. Para efectuar estas aplicaciones se enfrentan varias dificultades, por ejemplo, la baja digestibilidad en animales y muy poco potasio en la cáscara de la mazorca del cacao (35).

Tabla 5. Composición química de la cáscara de la mazorca de cacao

Contenido	Resultado (%)
Proteínas	8.69
Nitrógeno Total	1.39
Materia Orgánica	60.14
Grasas	1.40
Humedad	15.25
K	4.7
Na	0.05
P	0.15
Ca	1.12
Zn, Mn, Co, Cd, Cu, Fe	Trazas

FUENTE: (35).

2.2.5.4. Fibra de coco

Los subproductos de la industria del procesamiento del coco (*Cocos nucifera*) constituye un problema ambiental donde existen amplias áreas de cultivo del cocotero. Puede ser muy frecuente encontrar grandes cantidades esparcidas por los campos que son focos de crías de roedores y plagas de insectos. Del peso total de la semilla de coco, el 65% lo constituye la nuez y el 35% restante corresponde a la parte fibrosa (36).

Las características físico químicas y nutricionales de la fibra de coco han reportado contenidos de fibra digestible (FD) de 38%, y su presencia en el coco se asocia directamente a su conformación, ya que, en un coco maduro, la carne blanca corresponde al 28% del peso, rodeado por una cáscara dura de protección, equivalente al 12% del peso, y la cáscara exterior equivalente al 35% del peso. La cáscara está constituida por un 30% de FD y 70% de médula (37).

La harina de coco es una fuente rica de FD y que una adición del 15- 25% en los alimentos, genera una fermentabilidad con liberación de ácidos grasos de cadena corta con poco o ningún efecto sobre la disponibilidad de los minerales; además de una disminución del índice glucémico y una reducción de colesterol total, colesterol LDL y los triglicéridos en personas con moderados niveles de colesterol. (37)

Tabla 6. Composición química de la cáscara de coco

Compuesto	Resultado
Lignina	42.5%
Celulosa	32.3%
Pentosa	14.7%
Grasas Saponificables	5.1%
Grasas insaponificables	0.7%
Ceniza	3.5%
Proteína	1.2%

FUENTE: (38)

2.2.6. Metodología de producción

La producción de hongos comestibles avanza significativamente en todo el mundo. Actualmente, las principales especies fúngicas saprófitas cultivables en mayor o menor escala son: *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Agaricus blazei* Murill., *Agaricus brunnescens* Peck, *Agrocybe aegerita* (V. Brig.) Sing, *Auricularia auricula* (Hook.) Underw, *Corpinus comatus* (O.F. Müll) Pers, *Flammulina velutipes* (Curtis. Fr.) Sing., *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, *Lepista nuda* (Bull.:Fr.) Cooke, *Pholiota nameko* (T. Ito) S. Ito&Imai, *Pleurotus eryngii* (De Cand.) Gillet, *Pleurotus ostreatus* Cham. Jura. Vogs., *Stropharia rugosoannulata* Farlow ex Murrill, *Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr) Sing, sin embargo, cabe destacar que, de todos los géneros establecidos, únicamente las especies de *Auricularia*, *Lentinula* y *Pleurotus* (Degradadores Primarios) y *Agaricus* (Degradador Secundario) son producidas a nivel comercial industrial (39).

La fermentación sólida en medio natural, brinda la posibilidad de mejorar los rendimientos de la producción de setas con adecuada composición nutricional, a la vez que se ahorran recursos al emplearse estos sustratos que son subproductos disponibles y fáciles de manipular (40).

La producción mundial de los hongos cultivados supera los 6.2 millones de toneladas, cuyo valor se aproxima a los 30 billones de dólares con una tasa de incremento de la producción anual del 11% y esto se debe a la investigación, confirmación y difusión de sus propiedades medicinales y nutritivas que motivan a un alza en la demanda de productos derivados de hongos comestibles (41).

La exportación de este producto agrícola genera divisas por más de cuatro millones de dólares anuales. Las operaciones comerciales tienen un monto anual aproximado de 150 millones de dólares, generando alrededor de empleos directos e indirectos. La importancia ecológica de esta actividad económica radica en la utilización y reciclaje de más de 386,000 toneladas anuales de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales obtenidos del hongo (41).

2.2.6.1. Estimación de la productividad

La productividad es uno de los aspectos más importantes considerados en el cultivo de hongos comestibles y es empleada para determinar si la cepa seleccionada puede emplearse a nivel comercial, y para aquello deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos de acuerdo con lo establecido por Morgado (42).

- **Tiempo de incubación.** - Tiempo transcurrido a partir de la siembra hasta que las muestras alcanzan las condiciones para fructificar. Se debe tomar en cuenta la temperatura de incubación y el factor iluminación.

- **Aparición de primordios.** - Este parámetro se encuentra en estrecha relación con el anterior, está bajo el control de varios factores como la aireación y la iluminación.
- **Tiempo a cosecha.** - Es el tiempo transcurrido a partir de que la muestra se colocó en producción hasta el primer corte de hongos maduros, es importante que este periodista sea lo más corto posible.
- **Cuerpos fructíferos producidos.** - La evaluación de los hongos se hace en base de su calidad comercial, como son el color, sabor, olor, tamaño y peso.
- **Eficiencia biológica.** - Se determina expresando en porcentaje la relación entre el peso fresco de los hongos producidos y el peso seco del sustrato.
- **La tasa de producción.** - Se determina mediante la relación entre la eficiencia biológica y el número total de días de evaluación a partir del día de inoculación (42).

2.2.6.2. Plagas y enfermedades.

Los cultivos de hongos pueden llegar a sufrir ataques de diversas enfermedades y plagas, debido principalmente a las condiciones ambientales durante la fase de producción (elevadas temperaturas y humedad 25-29°C y 82-90% respectivamente), condiciones ideales para el desarrollo de microorganismos no deseados (43).

Las enfermedades son producidas por diferentes agentes patógenos que causan daños directos sobre el cultivo, pudiendo ser otros hongos como *Verticillium fungicola* y

Mycogone perniciosa, además de bacterias como *Pseudomonas tolaasi*, así como también pueden aparecer organismos competidores, que a pesar de no ser parásitos se desarrollan en el sustrato, reduciendo la cantidad de nutrientes disponible para el cultivo principal, o produciendo sustancias alelopáticas que impiden el normal desarrollo de los hongos cultivados (43).

Las plagas de mayor importancia en este cultivo son los colémbolos y los dípteros, siendo los primeros unos insectos diminutos, sin alas, que forman pequeñas galerías secas y de sección oval en la carne de los hongos, encontrándose en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas. También pueden atacar al micelio si el sustrato está demasiado húmedo, donde destaca la especie *Hypogastrura armata* (18).

Mientras que el daño más severo que provocan los dípteros, lo causan en su estado larval, comiéndose las hifas del micelio, haciendo pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en los sombreros. Destacan algunas especies de mosquitos de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila* y moscas del género *Megaselia* (18).

Para el control de colémbolos y de dípteros se recomiendan medidas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, etc., ya que se han visto algunas especies de lepidópteros en su fase larval aún no identificados. Algunos de estos insectos pueden causar efectos secundarios en el rendimiento o la calidad de los hongos, ya que suelen alimentarse de las esporas, de las láminas o inclusive del contexto mismo del hongo, al cual perforan y le hacen túneles y galerías (18).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional “RUMEN” del Campus Experimental “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicado en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme.

Tabla 7. Condiciones meteorológicas de la zona de estudio

Datos meteorológicos	Valores promedios
Temperatura °C	24.6
Humedad relativa (%)	78.83
Heliofanía (horas luz/año)	743.5
Precipitación	2229.5
Evaporación (mm/anual)	933.6
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical (bh-T)

FUENTE: (44)

3.1. Tipo de investigación

La investigación realizada es de tipo experimental exploratoria y tiene como finalidad evaluar diferentes tipos de sustratos en la producción y composición nutricional de los cuerpos fructíferos del hongo ostra bajo condiciones controladas. Responde a la línea de investigación para el desarrollo de tecnologías para la transformación de la materia prima agroindustrial.

3.2. Métodos de investigación

Mediante el método de observación se analizó la invasión del micelio en la semilla y en los sustratos, la contaminación de las mismas y el crecimiento de primordios y setas, para determinar el comportamiento de la especie de *Pleurotus*. A través del método analítico se determinó el proceder de la especie de hongo filamentoso en diferentes sustratos en estudio, permitiendo identificar las características de cada uno de los tratamientos.

El método experimental es el más eficaz, mediante el cual se estudió cada una de las variables a evaluar, y se determinó los mejores tratamientos con la aplicación del análisis de varianza y las pruebas de TUKEY.

3.2.1. Manejo del experimento

3.2.1.1. Preparación de los Medios de Cultivo

Se pesó cada muestra, 100 g de cáscara de cacao picado; 100 g de raquis de palma; 100 g de cáscara de plátano picada y 100 g de cáscara de coco picada; para los cuatro medios de cultivo. Se colocó en cada recipiente de aluminio los 100 g de cada una de las muestras (Cascarón de cacao, Raquis de palma africana, Cáscara de plátano y Cáscara de coco) picada y lavada, posteriormente se agregó 1 L de agua destilada para cada muestra. Se llevó al fuego y se dejó hervir por 30 minutos, se tapó para evitar pérdidas excesivas por evaporación. Se filtró con la ayuda de gasa y algodón para evitar el paso de cualquier impureza, se colocó en los matraces que contuvieron 20 g de agar y 20 g dextrosa, luego estas soluciones de los distintos rastros se disolvieron con la ayuda de agitadores magnéticos y calentadores.

Para preparar el PDA (Papa dextrosa agar) se utilizó 200 g de papa pelada en cuadros, estos pedazos se hirvieron para obtener una solución al cual se pasó a un matraz donde contuvieron 20 g de agar y 20 g de dextrosa, luego se disolvió con la ayuda de agitadores magnéticos y calentadores.

Las cuatro soluciones preparadas fueron sometidas a calor para que se diluyan uniformemente el agar y dextrosa dejándolo hervir por el lapso de 30 minutos. Se esterilizaron en autoclave a 121 °C y 15 psi durante 30 minutos. En total se obtuvo cinco medios de cultivo: CCAPDA (Cáscara de cacao papa dextrosa agar), RPPDA (Raquis de palma africana papa dextrosa agar), CPPDA (Cáscara de plátano papa dextrosa agar), CCOPDA (Cáscara de coco papa dextrosa agar), PDA (Papa dextrosa agar). En la cabina de bioseguridad se depositaron 15 mL de cada medio en las cajas Petri y se dejaron solidificar.

3.2.1.2. Determinación de la curva de crecimiento Radial

Se cortó con el sacabocado 4 mm de diámetro de PDA invadido por el micelio del hongo en estudio, y se sembró en el centro de una caja Petri de 90 mm, la que contuvo 15 mL del medio de cultivo y se incubó a 28 °C, con la ayuda de un calibrador y se realizó mediciones, cada 24 horas, del diámetro de crecimiento del micelio de especie de hongos *Pleurotus ostreatus*.

3.2.1.3. Obtención de semilla del hongo para fermentación en medio sólido

Se seleccionó trigo para la obtención de semilla, se lavó el grano y se puso a remojar por 24 horas con agua potable, con el objetivo de hidratar y que el grano alcance entre el 50 y 60% de humedad aproximadamente, transcurrido éste tiempo se lavó con abundante agua. Se dejó escurrir el grano hasta que ya esté bien seco y se pesó 400 g en los frascos de

vidrio de boca ancha. Los cuales se taparon con papel Kraft, se amarraron con piola y se cubrieron con papel de aluminio.

Se llevó a un autoclave para proceder a la esterilización de los mismos a 121 °C y 15 psi por 30 minutos y una vez fríos los frascos se llevaron a la cámara de bioseguridad, previamente desinfectada con suficiente cloro y alcohol 98°, se cortó con la ayuda de un bisturí trozos de PDA con micelio de 3 x 3 cm aproximadamente y se colocó de 6 a 8 trozos por todo el frasco, se trató de poner la mayor cobertura posible, se colocó la parte del micelio en contacto directo con los granos, se tapó con mucho cuidado y asepsia; se rotuló los frascos con fecha, tipo de hongo, tipo de grano y se llevaron a la incubadora por un periodo aproximado de 3 semanas.

3.2.1.4. Fermentación en medio sólido.

Se picó la cáscara de cacao, plátano, coco y el raquis de la palma africana a un diámetro aproximado de ± 2 cm para que faciliten la invasión del hongo en la FMS, para ello se utilizó un machete. Se tomó el peso de 1 kg de los sustratos y se lavaron tres veces los sustratos (cáscara de cacao, cáscara de plátano, raquis de palma africana y cáscara de coco) para eliminar impurezas, se registró el peso de los mismos para el control y se los colocó en los lienzos para el tratamiento de calor.

En el tanque se depositaron 70 L de agua potable y 140 g de cal (2% del total de agua), y se esperó a que la temperatura alcance los 100 °C, para llevar los lienzos con el sustrato al tanque de esterilización (100 °C x 1 H), esto se realizó con la finalidad de eliminar microorganismos existentes en el mismo.

Transcurrido este tiempo, se dejó escurrir el sustrato y se esperó a que se enfríe a unos 25 °C, aproximadamente, luego se procedió a pesar y se llenaron en bolsas con 1 kg de cada muestra, se inoculó con la semilla invadida del hongo en 10% (100 g) del peso húmedo del sustrato, se sellaron y se rotularon con el tipo de hongo, muestra y la fecha, y le pusieron una funda negra para que tuvieran más oscuridad y fueron llevadas a la cámara de

incubación provista con luz artificial y sistema de riego, guindadas con un alambre en forma de ese (S).

3.2.1.5. Producción de las setas en la cámara de incubación

Se incubaron las muestras por 21 días a 29 °C y el 96% de humedad aproximadamente se observó periódicamente para registro cualitativo. Luego de la colonización total de los residuos se retiraron las fundas plásticas y se suministró luz artificial para inducir la fructificación de las setas, las cuales con la ayuda de una navaja esterilizada con alcohol al 98% y se procedió a cortar las setas para posteriormente pesar la producción y realizar los análisis físicos y químicos inmediatamente.

3.3. Fuentes de recopilación de información

3.3.1. Fuente primaria

La observación directa de los fenómenos durante el ensayo, y su posterior registro y tabulación corresponde a la fuente primaria de información para el efecto de la presente investigación.

3.3.2. Fuente secundaria

Las fuentes secundarias de la investigación corresponden a los textos consultados y fuentes de información referencial, como revistas indexadas, y otras fuentes bibliográficas de consulta no menor al año 2010.

3.4. Diseño de la investigación

Para la primera fase de la investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones. En la segunda fase, se empleó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones. El esquema de los análisis de la varianza para las dos fases de investigación se detalla a continuación.

Tabla 8. Análisis de varianza para el crecimiento radial

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	$t - 1$	4
Error experimental	$t \times (r-1)$	25
Total	$(t \times r)-1$	29

FUENTE: Autora

Tabla 9. Análisis de varianza para la producción y composición química de las setas

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	$t - 1$	3
Error experimental	$t \times (r-1)$	20
Total	$(t \times r)-1$	23

FUENTE: Autora

El modelo matemático del diseño aplicable para la presente investigación se plantea a continuación.

(Ecuación 1)

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general

T_i = Efecto de los tratamientos

ε_{ij} = Error experimental

3.4.1. Tratamientos

Para la primera fase de la investigación se evaluó cinco tratamientos que consisten en medio de cultivo PDA más los subproductos agrícolas, estableciéndose los siguientes tratamientos

Tabla 10. Tratamientos evaluados en el crecimiento radial en la primera fase de la investigación

Tratamientos	Descripción
T1	PDA
T2	PDA + Cascaron de cacao
T3	PDA + Raquis de palma africana
T4	PDA + Cáscara de plátano
T5	PDA + Cáscara de Coco

FUENTE: Autora

Para la segunda fase de investigación se determinó el rendimiento productivo y el contenido nutricional, para lo cual se evaluaron los siguientes tratamientos:

Tabla 11. Tratamientos a evaluar en la segunda fase de la investigación

Tratamientos	Descripción
T1	Cascarón de cacao
T2	Raquis de palma africana
T3	Cáscara de plátano
T4	Cáscara de coco

FUENTE: Autora

3.5. Instrumentos de investigación

El presente trabajo investigativo está dividido en dos fases: La primera fase comprende el crecimiento radial del hongo *Pleurotus* inoculados en diferentes medios de cultivo. La segunda fase estuvo destinada la producción y composición química de las setas sembradas los residuos agrícolas (cascarón de cacao y cáscara de coco) y los residuos agroindustriales (raquis de palma africana y cáscara de plátano).

3.5.1. Variables para la primera fase.

- Crecimiento radial

3.5.2. Variables para la segunda fase.

- Rendimiento productivo de las setas

- Análisis de humedad, materia seca, grasa, fibra, pH, acidez, elementos no nitrogenados y proteína.

Se realizó el análisis de humedad total a las muestras de hongos, el contenido que quede de este análisis se molió en un molino Thomas Willy adaptado a una criba de 2 mm, seguido se utilizó crisoles de 30 mL y se rotularon en la parte superior con números continuos y se esterilizaron a una temperatura de 135°C por 2 horas, seguido se utilizó una balanza analítica para registrar su peso seco, después se depositó 1 g de muestra de seta molida en cada crisol y se sometió a 65°C por 48 horas, posteriormente se pesó para obtener el porcentaje de humedad higroscópica con la siguiente formula de acuerdo a lo establecido por la AOAC (45).

(Ecuación 2)

$$H = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 10$$

Dónde:

W_0 = Peso de la Muestra (g)

W_1 = Peso del crisol más la muestra después del secado (g)

W_2 = Peso del crisol más la muestra antes del secado (g)

Para determinar el cálculo del contenido de materia seca es determinara mediante la siguiente formula:

(Ecuación 3)

$$MS = 100 - HT$$

Dónde:

HT= Humedad Total

MS= Materia Seca total

Para la realización del análisis del contenido de materia orgánica, con la misma muestra que quedó del análisis de humedad higroscópica se procedió a colocar en una mufla a una

temperatura de 600 ° C por el lapso de tiempo de 3 horas, transcurrido este tiempo se pesó en una balanza analítica y se obtuvo el porcentaje de ceniza con la siguiente formula:

(Ecuación 4)

$$C = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Dónde:

W_0 = Peso de la Muestra seca (g)

W_1 = Peso del crisol vacío (g)

W_2 = Peso del crisol más la muestra calcinada (g)

Para la realización del análisis del contenido de proteína se pesó 300 mg de muestras de hongos en estado seco y se depositó en los tubos digestores y se agregó una pastilla catalizadora y 5 mL de ácido sulfúrico para luego colocar en el digestor programado con los siguientes tiempos: 150 °C por 30 minutos, 280 °C por 30 minutos y 400 °C por 45 minutos, después de este proceso se dejó enfriar las muestras digeridas por el lapso de 45 minutos. En el proceso de destilación se agregó 10 mL de agua destilada a cada tubo y se colocaron los tubos con la muestra digerida en el destilador que automáticamente inyecta a cada tubo 40 mL de solución de ácido bórico (80 g de ácido bórico en 2000 mL de agua destilada) y 40 mL de solución de hidróxido de sodio (500 g de hidróxido de sodio en 2000 mL de agua destilada) durante 4 minutos por tubo, donde quede aproximadamente 90 mL de destilado depositados en un matraz de 300 mL. En el proceso de titulación, se agregó la solución producto del proceso de destilación, 3 gotas de solución indicadora (100 mL de alcohol al 98%, 75 mg de bromocresol Green y 100 mg de red metyl), y también se adicionó con la ayuda de una bureta una solución 0.1 N de ácido sulfúrico (2.77 mL de ácido sulfúrico en 1000 mL de agua destilada), hasta obtener una coloración rojo vino.

3.6. Tratamiento de los datos.

Se utilizó el programa Excel para el registro y ordenamiento de los datos, mientras que, para el análisis estadístico de los mismos, así como para la comparación entre tratamientos se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$), y se analizaron los datos en un software estadístico libre versión estudiantil.

3.7. Recursos humanos y materiales.

Recursos humanos:

- Ing. Gustavo Quintana (Docente tutor)
- Jocelyn Daniela Lindao Pérez (Autora)

Materiales de vidrio:

- Vasos de Precipitación
- Cajas Petri
- Tubos de Ensayo
- Matraz Erlenmeyer de 500 y 1000 mL
- Frascos de Vidrio
- Varilla de Agitación
- Tubos Digestores
- Bureta

Materiales varios:

- Asa de Inoculación
- Sacabocado de 4 mm
- Mechero
- Agitador Magnético
- Gasa y Algodón
- Piola
- Papel Parafilm y Papel Filtro
- Marcador Permanente
- Mango de Bisturí
- Papel de Aluminio
- Hojas de Bisturí Estéril
- Papel kraft
- Recipiente de Aluminio
- Soporte Universal

Reactivos:

- Ácido Sulfúrico
- Hidróxido de Sodio
- Ácido Bórico
- Carbonato Sódico
- Bromo Cresol Green
- Red Metyl
- Pastillas Catalizadoras
- Alcohol 96°
- Cloro
- Carbonato de calcio

Materiales otros y equipos para la producción de las setas

- Frascos de Vidrio Boca Ancha
- Papel Aluminio
- Piola
- Papel Kraft
- Trigo
- Cascaron de cacao
- Raquis de palma africana
- Cáscara de plátano
- Cáscara de coco
- Termómetro
- Cocina Industrial
- Tanque Capacidad 100 L
- Dos Bolsas de Tela de 80 cm x 50 cm
- Soga de Dos Metros
- Bolsas Transparentes de 20 cm x 18 cm
- Alambre en Forma de (S)
- Rollo de Alambre Envuelto en Plástico
- Cámara de Incubación.
- Luz Artificial.
- Sistema de Riego.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Crecimiento radial del *Pleurotus ostreatus* cultivados en diferentes medios de cultivos

El crecimiento radial del hongo *Pleurotus ostreatus* inoculado en diferentes medios de cultivo se muestra en la Tabla 12, donde el análisis de varianza indicó que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p \geq 0.05$) a las 24 y 48 horas de crecimiento siendo estadísticamente iguales, mientras que a las 72, 96, 120, 144, y 168 horas existió diferencias estadísticas, siendo T5 (PDA + Cáscara de Coco) el mejor tratamiento con 14.00, 24.83, 46.16, 60.16 y 66.83 mm de crecimiento radial en cada intervalo de tiempo respectivamente, sin embargo, también se tuvo una buena respuesta a las 72 y 96 horas del tratamiento T3 (PDA + Raquis de Palma) con 14.00 y 23.00 mm en cada intervalo de tiempo. La mejor respuesta de crecimiento radial en el tratamiento (T5) se debe a que el sustrato es rico en compuestos lignocelulósicos lo que hace que el hongo tenga un mayor crecimiento.

Ríos *et al.*, (46) en su investigación evaluó los parámetros productivos de la semilla del *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivos, en la cual se menciona que los sustratos con alto contenido de celulosa y lignina proporcionan los nutrientes necesarios para el crecimiento del hongo disminuyendo el tiempo de incubación, utilizaron sustratos a base de bagazo de caña y extracto de salvado de trigo, obteniendo valores que fueron confirmados por Zamora (47), quien realizó la evaluación del crecimiento y producción de biomasa de tres cepas del género *Pleurotus* en un medio papa dextrosa agar (PDA) preparado con diferentes soluciones del Residuo de maíz, consiguiendo mayores medidas en el crecimiento radial utilizando rastrojo y tuza de maíz. En otras evaluaciones, Cuello (48), evaluó el crecimiento y producción de biomasa de dos cepas del género *Pleurotus spp.*, cultivadas en un medio agar con diferentes sustratos, obteniendo un mejor crecimiento radial utilizando residuos de cáscara de arroz y cáscara de maracuyá.

Tabla 12. Crecimiento radial del hongo *Pleurotus ostreatus* inoculado en diferentes medios de cultivo.

Variables	Crecimiento (mm)					P≤
	T1 PDA	T2 PDA+CCA	T3 PDA+RP	T4 PDA+CP	T5 PDA+CCO	
Horas						
24	4.00 a ^{1/}	3.66 a	3.83 a	3.88 a	3.66 a	0.7639
48	5.16 a	6.66 a	6.33 a	5.00 a	4.66 a	0.3268
72	10.66 ab	9.00 ab	14.00 a	7.83 b	14.00 a	0.0162
96	17.50 ab	17.16 ab	23.00 a	11.83 b	24.83 a	0.0129
120	30.50 b	26.83 bc	34.83 ab	15.66 c	46.16 a	<.0001
144	50.66 ab	37.00 bc	49.50 ab	20.16 c	60.16 a	<.0001
168	59.66 ab	52.33 bc	61.50 ab	41.33 c	66.83 a	0.0002

T1 PDA = Papa dextrosa agar; T2 PDA + CCA = Papa dextrosa agar + cáscara de cacao; T3 PDA + RP = Papa dextrosa agar + raquis de palma; T4 PDA + CP = Papa dextrosa agar + cáscara de plátano; T5 PDA + CCO = Papa dextrosa agar + cáscara de coco; ^{1/} promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey (p≤0.05).

FUENTE:

AUTORA.

Rojas, J. (49), desarrolló la investigación de crecimiento radial y producción de biomasa del hongo *Pleurotus sapidus* inoculado en varios medios de cultivo utilizando cáscaras de maní (*Arachis hypogaea*) y frejol gandul (*Cajanus cajan*), obteniendo resultados inferiores, atribuyendo sus resultados por la poca o casi nula aportación de sustancias linocelulíticas presentes en estos residuos.

4.1.1. Producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cultivados con sustratos de cáscara de cacao, plátano, raquis de Palma Africana y cáscara de coco

La producción de setas de hongos *Pleurotus ostreatus* cosechados en diferentes subproductos agrícolas se muestran en la Tabla 13, donde se aprecia que el residuo de cosecha donde se obtuvo la mayor producción fue en la cáscara de cacao (T1) con 164.13 g ($p \leq 0.05$), mientras que en el raquis de palma (T2) no existió crecimiento de setas debido a que en este material se presentó una pérdida acelerada de humedad y altas temperaturas debido a la característica fibrosa no absorbente, similares a los obtenidos en el tratamiento T4 (cáscara de coco) que de igual manera logró una menor producción asociada a este efecto, el mismo que fue descrito por Amílcar *et al.*, (50) quienes indicaron que pasado los 30°C se produce un decaimiento del crecimiento y por lo tanto baja producción, demostrando que *Pleurotus ostreatus* tiene un mejor crecimiento a temperaturas inferiores a los 20°C mientras que a temperaturas mayores a 30°C su crecimiento se detiene.

Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Quintana (51), quien obtuvo 163.75, 132.75 y 114.75 g en producción de setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) en medios de cultivos con residuos agrícolas de soya, arroz y tusa de maíz respectivamente. No obstante, Hernández *et al.*, (52) obtuvieron una producción mayor de hasta 761 g evaluando del crecimiento y producción de *P. ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales utilizando subproductos de capacho de uchuva, cáscara de arveja y tuza de mazorca, mientras que Romero *et al.*, (53) evaluaron la capacidad productiva de *P. ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L., cv. Roatan)

deshidratada, en relación con otros sustratos, alcanzando resultados superiores siendo el sustrato de paja de trigo el mejor tratamiento con más de 200 g/kg.

Tabla 13. Producción de setas de hongos *Pleurotus ostreatus* cosechados en diferentes subproductos agrícolas.

Variable	T1 PDA + Cáscara de Cacao	T2 PDA + Raquis de Palma	T3 PDA + Cáscara de Plátano	T4 PDA + Cáscara de Coco	P≤
Producción en gramos	164.13 a ^{1/}	-----	142.03 a	45.03 b	<.0001

^{1/} Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey (P≤0.05)

FUENTE: AUTORA

4.1.2. Composición química del hongo *Pleurotus ostreatus* producido en diferentes residuos agrícolas

En la tabla 14, se muestran los resultados de la composición química de las setas cultivadas en residuos agrícolas de coco, plátano y cacao existe diferencia estadística entre los tratamientos en los análisis de humedad, materia seca, extracto etéreo, proteína bruta, y elementos libres de nitrogenados, mientras que no existe diferencia estadística entre los tratamientos para el análisis de acidez titulable. Los hongos *Pleurotus* son considerados por tener un alto porcentaje de proteína de excelente valor proteico, el tratamiento cultivado en residuos de coco fue el que mejor porcentaje de proteína aportó 30.08% esto se debe a que el residuo de coco presenta un alto un alto contenido de lignina y celulosa, lo que fue metabolizado por las enzimas lignocelulosas aportando un alto contenido de proteína.

Carvajal, (16) evaluó la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cinco tipos de sustratos (Tamo de Cebada, Tamo de Vicia, Tamo de Avena y Paja de Paramo); enriquecidos con Tuza molida, Afrecho de Cebada y Carbonato de calcio, obteniendo resultados en proteína similares a los tratamientos T1 y T3, pero inferiores al resultado de

tratamiento T4 que fue superior con 30.08%. Por su parte Quintana (51) realizó la producción de setas de hongos ostras (*P. ostreatus* y *P. sapidus*) en medios de cultivos con residuos agrícolas de soya, arroz y tusa de maíz, alcanzando resultados similares a los obtenidos en la presente investigación. Ragunathan (54) en su trabajo de investigación mostro resultados superiores, cultivando en sustratos y tallos de cultivo del algodón, rastrojo de sorgo, fibra de coco y la mezcla de estos sustratos, registrando el mayor porcentaje de proteína en fibra de coco, pero también concluye que este sustrato no es un medio óptimo para la producción del *P. ostreatus*.

Tabla 14. Composición química del *Pleurotus ostreatus* cultivados en diferentes sustratos agrícolas

	T1	T3	T4	
VARIABLE	Cáscara de Cacao	Cáscara de Plátano	Cáscara de Coco	P
HUM	5.94 b	13.61 a	12.66 a	<.0001
M.S	94.05 a	86.38 b	87.34 b	<.0001
EE	6.52 a	6.31 a	5.30 b	<.0001
PB	19.05 c	21.23 b	30.08 a	<.0001
FB	12.34 a	10.08 b	7.86 c	<.0001
ELNN	56.15 a	48.24 b	43.21 c	<.0001
Ph	6.65 a	6.60 a	6.55 a	0.2426
AT	3.32 a	2.78 b	2.91 b	0.0021

HUM = Humedad; M.S = Materia seca; EE = Extracto etéreo; PB = Proteína bruta; FB = Fibra bruta; ELNN = Elementos no nitrogenados; pH = Potencial de hidrogeno; AC = Acidez titulable; P = Probabilidad; ^{1/} Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey (P≤0.05)
FUENTE: AUTORA.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados se concluye lo siguiente:

Crecimiento Radial

- En el crecimiento Radial, el mejor medio de cultivo fue el PDA + Cáscara de coco.

Producción de setas

- En la producción de setas el mejor residuo agrícola fue la cáscara de cacao.

Composición química

- En la composición química el que mejor contenido de proteína fueron las setas en la cáscara de coco.

5.2. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos se recomienda:

- Seguir indagando e investigando el crecimiento Radial en extractos de residuos fibrosos, ya que el hongo tiene un mejor desarrollo en estos medios.
- Al trabajar con residuos fibrosos en zonas tropicales se debe realizar un riego mas intensivo para mantener la humedad y la temperatura, en los rangos requeridos por el hongo, que oscilan entre 15 y 25°C y 90 y 95% (46) asi se obtendra una mejor y eficaz produccion en zonas calientes.
- Realizar investigaciones sometiendo al hongo *Pleurotus ostreatus* a diferentes rangos de temperatura y humedad, ya que son los principales factores que influyen en la producción.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas

1. Fernandez Y. Cultivo de orellas (*Pleurotus ostreatus*) en cinco sustratos generados en los procesos productivos agropecuarios, en dos épocas de siembra, en el municipio de Ituango. Primera ed. Medellín: Universidad Nacional Abierta y a Distancia; 2014.
2. Pineda J, Ramos L, Soto C. Cinética del crecimiento de *Pleurotus ostreatus* en la etapa de producción del cuerpo fructífero. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2013 Diciembre; 47(3): p. 56-61.
3. Garzon JP, Cuervo J. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulosicos de diferentes procedencias. NOVA. 2008 Diciembre; 6(10): p. 101-236.
4. Cruz D, Lopez E, Pascual LF, Battaglia M. Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. Agriculture and Environment for International Development. 2010 Julio; 104(3): p. 139-154.
5. Pineida J, Soto C, Santiago N, Ponce C, Reyes G. Selección de cepas nativas ecuatorianas del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) con fines industriales. Rev. Bionatura. 2015 Agosto; 1(1): p. 29-36.
6. Madigan M, Martinko J. Brock Biology of Microorganisms. 11th ed.: Prentice Hall; 2010.
7. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Diccionario forestal Barcelona: Mundi Prensa; 2010.
8. Cornell University. Department of Microbiology. [Online].; 2016 [cited 2016 Octubre 8]. Available from: <https://micro.cornell.edu/research/epulopiscium/espanol/endospora-de-bacterias>.
9. Baek S. Introduccion a los hongos. In Baek S. Cultivo del hongo ostra.: Mush World; 2010. p. 4.
10. Carreño S, Cappello S, Gaitan R, Cifuentes J, Rosique E. Growth of three tropical edible fungi in culture mediums and agricultural waste. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 2014 Diciembre; 5(8): p. 1447-1458.
11. Ramos G. *Pleurotus ostreatus* cultivados en residuos de palma aceitera como importante fuente proteica para la dieta humana. Primera ed. Riobamba: ESPOCH; 2007.

12. Martinez P, Garzon J, Henao W, Guarnizo A. Evaluación de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado sobre los residuos derivados de la producción comercial del culmo de la guadua *Angustifolia* Kunth. *Ciencias Biologicas*. 2008; 3(1): p. 43-53.
13. Quizhpilema L. Validación de la tecnología para la producción e industrialización de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* utilizando sustratos orgánicos. Primera ed. Riobamba: ESPOCH; 2013.
14. Vega A, Franco H. Productividad y calidad de los cuerpos fructíferos de los hongos comestibles *Pleurotus pulmonarius* RN2 y P. djamor RN81 y RN82 cultivados sobre sustratos lignocelulósicos. *Informacion tecnologica*. 2013 Diciembre; 24(1): p. 69-78.
15. Viveros E, Ticante J, Gomez S, Linares G, Gonzales F. El uso y manejo integral del hongo (*Pleurotus spp.*) en Calpan, Puebla. *Ciencias Ambientales*. 2011 Julio; 1(1): p. 1-10.
16. Carvajal G. Evaluacion de la produccion del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cinco tipos de sustratos (tamo de trigo, tambo de cebada, tambo de vicia, tambo de avena y paja de paramo); enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio. Primera ed. Ibarra: Pontificia Universidad Catolica del Ecuador; 2010.
17. Aguinaga P. Evaluacion de cuatro sustratos para la produccion del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres ciclos de produccion en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha. Primera ed. Quito: Escuela Politecnica Nacional; 2012.
18. Donado T. Evaluacion de tres sustratos para la produccion del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*); Moyuta, Jutiapa. Primera ed. Escuintla: Universidad Rafael Landivar; 2014.
19. Nieto I, Chegwin C. Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas. *Rev. Colomb. Biotecnol*. 2010 Julio; 12(1): p. 169-179.
20. Calderon J. Determinación de la mejor etapa de aplicación de la fertilización nitrogenada en el sustrato caña de maíz (*Zea mays L.*) para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm (Cepa ECS-152)". Primera ed. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2009.
21. Sanchez A. Produccion de hongos comestibles del genero *Pleurotus* a partir de los residuos vegetales provenientes de la plaza de mercado del municipio de Quibdo. Primera ed. Manizales: Universidad de Manizales; 2015.
22. Pineda J, Ramos L, Soto C. Produccion de *Pleurotus ostreatus* por fermentacion en estado solido. *ICIDCA*. 2014 Agosto; 48(2): p. 13-23.

23. Salmenes D, Ballesteros H, Zulueta R, Mata G. Determinación de las características productivas de cepas mexicanas silvestres de *Agaricus bisporus*, para su potencial uso comercial. Revista Mexicana de Micología. 2012 Diciembre; 36(1): p. 9-15.
24. del Pilar M, Hoyos JL, Mosquera S. Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus*. Facultad de ciencias agropecuarias propagadas en diferentes medios de cultivo. 2010 Noviembre; 8(2): p. 86-96.
25. Pineida J, Ramos L, Soto C, Freitas A, Pereira L. Growth of *Pleurotus ostreatus* on non-supplemented agro-industrial wastes. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. 2015; 38(1): p. 41-49.
26. Martínez D, Buglione M, Filippi M, Reynoso L, Rodríguez G, Agüero M. Evaluación del crecimiento micelial de *Pleurotus ostreatus* y *Agrocybe aegerita* sobre orujos de pera. Anales de Biología. 2015 Octubre; 37(1): p. 1-10.
27. Omarini A. Producción intensiva sobre desechos lignocelulósicos, análisis nutricional y cualidades organolépticas de *Polyporus tenuiculus* (*Polyporaceae: Basidiomycetes*) deterioro y biotransformación del sustrato. Primera ed. San Martín: Universidad Nacional General San Martín; 2014.
28. Miranda M. Evaluación del sustrato post - producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes. Primera ed. Riobamba: ESPOCH; 2013.
29. Fernández R, Quiroz J, Noriega D, Villavicencio C, Cevallos E, Moreira K, et al. Desarrollo de productos alimenticios a partir de las cáscaras del plátano. Investigación Tecnología e Innovación. 2013 Junio; p. 45-54.
30. Carreño S, Cappello S, Gaitan R, Cifuentes J, Rosique E. Crecimiento de tres hongos comestibles tropicales en medios de cultivo y residuos agrícolas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2014 Diciembre; 5(8): p. 1447-1458.
31. Alfonzo J. Propuesta para la producción y comercialización de pectina a partir de la cascara de plátano en la ciudad de Guayaquil. Primera ed. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2014.
32. Cerón C. Posibles beneficios económicos del manejo ambientalmente responsable de los subproductos sólidos que se originan en el proceso de extracción de aceite rojo de palma africana (*Elaeis guineensis*) Quito: Universidad Internacional del Ecuador; 2011.
33. Gaona D. Mezcla de cascarilla de nuez de palmiste y raquis como combustible alternativo para generación eléctrica. 1ª ed. Quito: Universidad Central del Ecuador;

2014.

34. Mejía M. Elaboracion de tableros aglomerados auto-adheridos a partir de la fibra de raquis de palma africana (*Elaeis guinnensis*). Primera ed. Quito: Escuela Politecnica Nacional; 2012.
35. Ardila C, Carreño S. Aprovechamiento de la cascara de la mazorca de cacao como absorbente. Primera ed. Bucaramanga: Universidad de Santander; 2011.
36. Alvarado K, Blanco A, Taquechel A. Fibra de coco. Una alternativa ecologica como sustrato agricola. Agricultura organica. 2008; 3(19): p. 30-31.
37. Cañas Z, Restrepo D, Cortes M. Vegetable Products as Source of Dietary Fiber in the Food Industry: A Review. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín. 2011 Marzo; 64(1): p. 6023-6035.
38. Fuentes F. elaboracion y evaluacion de tableros aglomerados a base de fibra de coco y cemento. 2005.
39. Garcia J. Optimización de la metodología para la producción de hongos comestibles. Primera ed. Leioa: Universidad del pais Vasco; 2014.
40. Garcia N, Bermudez R, Serrano M. Formulaciones de sustratos en la produccion de setas comestibles Pleurotus. Tecnologia quimica. 2011 Septiembre; 31(3): p. 15-22.
41. Cano A, Romero L. Economic, nutritional and medicinal value of edible wild mushrooms. Rev Chil Nutr. 2016 Enero; 43(1): p. 75-80.
42. Morgado A. Caracterizacion y seleccion de genotipos de cepas comerciales de sestas Pleurotus como accion estratégica para la produccion rural en Cuyoaco, Puebla Puebla: Colegio de Posgraduados; 2011.
43. Cunha D, Pardo J, Pardo A, Teixeira M. Caracteristicas generales, produccion y comercializacion de Agaricus blazei (*Murril*) Heinemann (*A. brasiliensis*): Una nueva alternativa de cultivo de hongo en España. In Martinez A. Avances en la tecnologia de la produccion comercial del champiñon y otros hongos cultivados. Villanueva de la Jara: Patronato de desarrollo provincial; 2009. p. 55-76.
44. Quintero K. Niveles de Harina de Cáscara de Maracuyá (*Passiflora edulis*) en Elaboración de yogur natural. Finca Experimental La María, Mocache-Ecuador 2013. Quevedo: UTEQ; 2013.
45. AOAC. Official Methods of Analysis. 19th ed. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemnists; 2012.

46. Rios MHLea. Evaluación de los parámetros productivos de la semilla del *pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivos. *Biotecnología*. 2010 Noviembre ; 8(2).
47. Zamora Vera M. Evaluación del crecimiento y producción de biomasa de tres cepas del género *pleurotus* en un medio papa dextrosa agar (pda) preparado con diferentes soluciones del. 2016.
48. Daniela CL. Evaluación del crecimiento y producción de biomasa de dos cepas del género *pleurotus* spp. cultivadas en un medio agar con diferentes sustratos. 2012.
49. C RL. Crecimiento radial y producción de biomasa del hongo (*Pleurotus sapidus*) inoculado en varios medios de cultivo utilizando cáscaras de maní (*Arachis hypogaea*) y frejol gandul (*Cajanus cajan*). 2013.
50. Amílcar J,BL,ea. cinética del crecimiento del *pleurotus ostreatus* en la etapa de produccion del cuerpo fructifero. *Redalyd*. 2013 septiembre; 47(3): p. 56 - 61.
51. Quintana G. Producción de setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) en medios de cultivos con residuos agrícolas de soya, arroz y tusa de maíz. Guayaquil: Universidad Agraria Del Ecuador; 2015.
52. Hernandez R,FC,ea. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca *Universitas Scientiarum*. *Redalyd*. 2008 Julio - Septiembre; 13(2).
53. Romero OHMea. Evaluación de la capacidad productiva de (*Pleurotus ostreatus*) con el uso de hoja de platano deshidratada, en relacion con otros sustratos. *SciELO*. 2010 abril ; 34(1).
54. Ragunathan R. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. *Food Chemistry*. 2003 Mayo.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS QUÍMICOS

ANEXO 1. ANÁLISIS QUÍMICO DEL HONGO PRODUCIDO EN LA CÁSCARA DE CACAO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SRTA DANIELA LINDAO

TIPO DE MUESTRA: HONGOS COMESTIBLES DESHIDRATADOS TRATAMIENTO (T1) SUSTRATO DE CÁSCARA DE CACAO

DIRECCIÓN: QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 2683

FECHA DE INGRESO: 28/06/2016

FECHA DE ENTREGA: 01/11/2016

RESULTADOS :

Nº DE MUESTRA	IDENTIFIC.	REPETICION	HUMEDAD %	MATE SECA %	GRASA %	PROTEINA %	FIBRA %	E.L.N.N %	pH	ACIDEZ %
2683	TRATAMIENTO (T1)	R1	6,67	93,3	6,64	18,41	12,94	55,3	6,54	3,54
		R2	5,91	94,09	6,73	19,90	12,18	55,3	6,48	3,31
		R3	6,11	93,89	6,51	19,83	12,0	55,6	6,55	3,19
		R4	5,23	94,77	6,21	18,53	12,3	57,7	6,77	3,32
		R5	5,98	94,02	6,45	19,16	12,4	56,1	6,81	3,23
		R6	5,74	94,26	6,61	18,50	12,26	56,9	6,78	3,33

E.L.N.N

GRASA

PROTEINA

FIBRA

Potencial Hidrógeno (pH)

Porcentaje de Acidez

Elementos no nitrogenados.

Soxhlet solvente cloroformo

Kjeldahl factor es 6,25

Método digestión ácido-básica

Método del Potenciómetro

Método Volumétrico, titulación

ING. ELSA BURJANO C.
JEFE DE LABORATORIOS



ANEXO 2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL HONGO PRODUCIDO EN LA CÁSCARA DE PLÁTANO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SRTA DANIELA LINDAO

TIPO DE MUESTRA: HONGOS COMESTIBLES DESHIDRATADOS TRATAMIENTO (T3) SUSTRATO DE CÁSCARA DE PLÁTANO

DIRECCIÓN: QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 2688

FECHA DE INGRESO: 28/06/2016

FECHA DE ENTREGA: 01/11/2016

RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	IDENTIFIC.	REPETICION	HUMEDAD %	MATE.SECA %	GRASA %	PROTEINA %	FIBRA %	E.L.N.N %	pH	ACIDEZ %
2688	TRATAMIENTO (T3)	R1	15,82	84,2	6,23	22,65	9,79	45,5	6,65	2,84
		R2	12,16	87,84	6,71	20,03	9,73	51,4	6,64	3,28
		R3	15,09	84,91	6,47	22,30	10,7	45,5	6,64	2,74
		R4	12,45	87,55	6,12	21,72	10,2	48,4	6,58	2,45
		R5	12,93	87,07	6,24	21,12	10,07	49,64	6,50	2,83
		R6	13,26	86,74	6,09	19,56	10,04	49,03	6,63	2,58

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
GRASA Soxhlet solvente cloroformo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica
Potencial Hidróg Método del Potenciómetro
Porcentaje de Ac Método Volumétrico, titulación



ANEXO 3. ANÁLISIS QUÍMICO DEL HONGO PRODUCIDO EN LA CÁSCARA DE COCO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SRTA DANIELA LINDAO

TIPO DE MUESTRA: HONGOS COMESTIBLES DESHIDRATADOS TRATAMIENTO (T4) SUSTRATO DE CÁSCARA DE COCO

DIRECCIÓN: QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 2692

FECHA DE INGRESO: 28/06/2016

FECHA DE ENTREGA: 01/11/2016

RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	IDENTIFIC.	REPETICION	HUMEDAD %	MATE.SECA %	GRASA %	PROTEINA %	FIBRA %	E.L.N.N %	pH	ACIDEZ %
2692	TRATAMIENTO (T4)	R1	12,90	87,10	5,01	31,65	8,16	42,3	6,4	3,13
		R2	12,51	87,49	4,78	31,59	7,75	43,4	6,6	2,75
		R3	12,87	87,13	5,43	30,04	7,95	42,8	6,6	3,15
		R4	12,23	87,77	4,96	30,46	7,11	45,2	6,6	2,99
		R5	12,63	87,37	5,50	30,94	7,92	43,0	6,5	2,91
		R6	12,82	87,18	6,13	30,15	8,30	42,6	6,6	2,58

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
 GRASA Soxhlet solvente cloroformo
 PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
 FIBRA Método digestión ácido-básica
 Potencial Hidróg Método del Potenciómetro
 Porcentaje de Ac Método Volumétrico, titulación



ANEXO 4. FOTOS DEL TRABAJO DE CAMPO



Figura 1. Cáscara de coco



Figura 2. Cáscara de plátan



Figura 3. Raquis de palma africana



Figura 4. Cáscara de cacao



Figura 5. Residuos deshidratados al sol



Figura 6. Preparación de los medios de cultivo.



Figura 7. Esterilización de cajas Petri.



Figura 8. Mezcla de extractos con PDA



Figura 9. Revoluciones y temperatura óptima para realizar la mezcla.



Figura 10. Llenado de cajas con los extractos



Figura 11. Solidificación.



Figura 12. Siembra del hongo en los diferentes extractos.



Figura 13. Toma de datos de crecimiento radial.



Figura 14. Trigo esterilizado para la siembra.



Figura 15. Cajas seleccionadas para sembrar en trigo.



Figura 16. Siembra dentro de la cámara UV.



Figura 17. Crecimiento del hongo en solido.



Figura 18. Crecimiento de las setas



Figura 19. Crecimiento de las hifas.



Figura 20. Cosecha de hongo.



Figura 21. Peso de hongo deshidratado



Figura 22. Hongo molido para análisis.