



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniería en
Alimentos

Título del Proyecto de Investigación:

“VALORACIÓN NUTRICIONAL DE HONGOS OSTRAS (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus
sapidus*) INOCULADOS CON HOJA DE MAZORCA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ”

Alumna:

Luisa Geanela Reinoso Molinero

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Jorge Gustavo Quintana Zamora. M. Sc.

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador
2015**

DECLARACION DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, **Luisa Geanela Reinoso Molinero**, declaro que las esencialidades e ideas expuestas en el presente Trabajo de Investigación no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; a excepción de las citas bibliográficas, son de mi absoluta responsabilidad y autoría.

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

Luisa Geanela Reinoso Molinero
C.I. 120672030-0

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

El suscrito, Ing. Jorge Gustavo Quintana Zamora, M. Sc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica:

Que la egresada Srta. Luisa Geanela Reinoso Molinero, realizó el Proyecto de Investigación de Grado titulado “VALORACIÓN NUTRICIONAL DE HONGOS OSTRAS (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) INOCULADOS CON HOJA DE MAZORCA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ”, previo a la obtención del Título de Ingeniera de Alimentos, 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

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

Ing. Jorge Gustavo Quintana Zamora, M.Sc, en calidad de Director del Proyecto de Investigación cuyo tema es “VALORACIÓN NUTRICIONAL DE HONGOS OSTRAS (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) INOCULADOS CON HOJA DE MAZORCA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ”, permito manifestar a usted y por intermedio del Consejo Directivo lo siguiente:

Que, la Señorita REINOSO MOLINERO LUISA GEANELA, egresada de la Carrera de Ingeniería de Alimentos, ha cumplido con las correcciones pertinentes de acuerdo al reglamento de Graduación de Pregrado de la UTEQ e ingresado su tesis de grado al sistema URKUND, tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema reflejando un porcentaje del 10%.

URKUND	
Documento	Molineros.docx (D20024726)
Presentado	2016-05-16 13:35 (-05:00)
Presentado por	Jorge Gustavo Quintana Zamora (jquintana@uteq.edu.ec)
Recibido	jquintana.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Molineros Mostrar el mensaje completo
	10% de esta aprox. 12 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 5 fuentes.

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

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“VALORACIÓN NUTRICIONAL DE HONGOS OSTRAS (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) INOCULADOS CON HOJA DE MAZORCA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera de Alimentos.

Aprobado por:

Ing. Alexandra Barrera Álvarez, M.Sc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Geovanny Muñoz Rodríguez, M.Sc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Piedad Yépez Macías, M.Sc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
2015

AGRADECIMIENTO.

Primeramente a Dios por haberme acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A mis padres por ser el pilar fundamental para mis ganas de superación, por guiarme siempre por un buen camino y no dejar que me rinda fácilmente ante cualquier obstáculo que se me haya presentado.

Al Ing. Jorge Gustavo Quintana Zamora, M. Sc., por haber dirigido el trabajo de investigación, por sus consejos y conocimientos prestados durante el desarrollo del mismo.

A cada uno de los catedráticos y colaboradores de la Facultad de Ciencias Pecuarias, por compartir sus conocimientos y vivencias, pues ellos de una u otra forma han ayudado a formarme como persona y profesionalmente.

A las autoridades de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su incondicional apoyo a lo largo de mi formación.

A mis compañeros de aula y en especial a mis buenas amigas Jully Cegido y Priscila Gutiérrez, que durante todo el periodo estudiantil supieron compartir conmigo tiempo, consejos, momentos de alegrías, también de tristeza y por habernos formado como una familia.

Gea Reinoso

DEDICATORIA.

A mis padres Luisa y Edgar quienes han sido mi motor para seguir adelante en la vida, que con su sacrificio han logrado que llegue hasta donde estoy, brindándome confianza en cada paso que doy y apoyo incondicional ante todo.

A mis hermanos David, Liliana, Paúl, Paola y a mi hermano René que fue mi ejemplo a seguir, que a pesar de tu ausencia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mi familia en general porque me han enseñado que hay que ser humildes y que para llegar a la cima hay que atravesar duros caminos.

Gea Reinoso

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES.

La presente investigación se llevó a cabo en la Finca Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el Laboratorio de Rumiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, localizada en el km 7 1/2 vía Quevedo – El Empalme, en la Provincia de Los Ríos. Los objetivos planteados fueron evaluar la composición química y deshidratación a las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*). Consistió de cuatro tratamientos con seis repeticiones que se desarrollaron en un diseño factorial (2 x 2) (hongos * medios de cultivos), completamente al azar. Para comprobar diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para los análisis de composición química y deshidratación. Los factores evaluados fueron A (hongos *ostreatus* y *sapidus*) y B (hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní). Los análisis de composición química (Humedad, materia seca parcial, materia inorgánica, materia orgánica) presentaron diferencias ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, mientras que humedad higroscópica, materia seca total, proteína y grasa reportaron diferencias ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos. El tratamiento *Pleurotus ostreatus*+ cáscara de maní obtuvo la mayor proteína (42.51%), la mayor humedad se observa a los 45 °C ($p \leq 0.05$) con un valor de 20.33% para el T4 (*Pleurotus sapidus* + cáscara de maní), mientras que a los 55 °C y 65 °C no existió diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, comportándose de mejor manera los tratamientos 1, 2 y 4 con porcentaje de deshidratación de 7.33%.

Palabras claves: Composición química, Deshidratación.

ABSTRACT AND KEYWORDS.

This research was conducted at the Experimental Farm "La Maria " State Technical University of Quevedo, Rumiología Laboratory of the Faculty of Animal Science, located at km 7 1/2 via Quevedo - El Empalme, in the province of Los Rios. The objectives were to evaluate the chemical composition and dehydration mushrooms oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sapidus*). It consisted of four treatments with six replications that were developed in a factorial design (2 x 2) (fungal x culture media), completely random. To test differences between means the Tukey test ($p \leq 0.05$) was applied to the analysis of chemical composition and dehydration. The factors evaluated were A (*sapidus ostreatus* and *fungi*) and B (corn cob leaf and peanut shell). The chemical composition analysis (moisture, partial dry matter, inorganic matter, organic matter) were different ($p \geq 0.05$) between treatments, while hygroscopic moisture, total dry matter, protein and fat reported differences ($p \leq 0.05$) between treatments. *Pleurotus ostreatus* treatment + peanut shell had the highest protein (42.51%), the more moisture is observed at 45 °C ($p \leq 0.05$) with a value of 20.33% for T4 (*Pleurotus sapidus* + peanut shell), whereas at 55 °C and 65 °C there was no statistical difference ($p \leq 0.05$) between treatments, behaving better treatments with 1, 2 and 4 percent dehydration of 7.33% .

Keywords: Chemical composition, Dehydration.

INDICE DE CONTENIDO.

DECLARACION DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES.....	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS.....	ix
INDICE DE CONTENIDO.....	x
CÓDIGO DUBLIN.	xv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. Justificación.....	5
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1. Marco conceptual.....	8

2.1.1. Descripción del hongo ostra.....	8
2.1.2. Características alimenticias de los hongos.....	8
2.1.3. Las setas.....	9
2.1.4. Importancia de los hongos en la alimentación humana.....	10
2.1.5. Valor nutricional de los hongos comestibles.....	10
2.1.6. Valor nutritivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	12
2.1.7. <i>Pleurotus ostreatus</i> : usos y utilización del hongo y compost.....	13
2.1.8. Sustratos.....	14
2.1.8.1. Rastrojo de maíz.....	14
2.1.8.2. La vaina o cáscara de maní.....	15
2.1.9. Deshidratación en los alimentos.....	16
2.2. Marco referencial.....	17
2.2.1. Setas comestibles.....	17
2.2.2. Dioxinas.....	17
2.2.3. Hongos Ostras.....	17
2.2.4. Hongos comestibles.....	17
2.2.5. Etnomicología.....	17
2.2.6. Micelio.....	18
2.2.7. Estudios relacionados.....	18
2.2.7.1. Composición química y el valor nutritivo de los hongos cultivados más ampliamente apreciados: un estudio comparativo entre las especies.....	18
2.2.7.2. Composición química y el valor nutritivo de las especies Europeas de hongos que crecen silvestres.....	19
2.2.7.3. La producción de setas. El uso de Agro - Industrial residuos como sustratos. .	19
2.2.7.4. Producción de setas de hongos ostras (<i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Pleurotus sapidus</i>) en medios de cultivos con residuos agrícolas de soya, arroz y tusa de maíz.	20

2.2.7.5. Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha.	21
2.2.7.6. Deshidratación de hongos comestibles (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	22
CAPÍTULO III	23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.1. Localización.....	24
3.1.1. Ubicación política.	24
3.1.2. Ubicación geográfica.....	24
3.2. Tipo de investigación.....	25
3.3. Métodos de la investigación.....	25
3.4. Fuentes de recopilación de información.	25
3.5. Diseño de la investigación.	25
3.5.1. Modelo matemático.....	26
3.5.2. Análisis de varianzas.....	27
3.5.3. Población y muestra.	27
3.5.3.1. Composición química y deshidratación.....	27
3.5.3.2. Tratamientos en la investigación.	28
Tabla 2. Tratamientos para la evaluación de la composición química y deshidratación.....	28
3.6. Instrumentos de investigación.	28
3.6.1. Variables de composición química.	28
3.6.2. Variables de deshidratación.	29
3.7. Tratamiento de datos.....	29
3.8. Recursos humanos y materiales.....	29
3.8.1. Recursos humanos.....	29
3.8.2. Materiales.....	30

3.8.2.1. Especies de hongos comestibles.....	30
3.8.2.2. Sustratos.	30
3.8.2.3. Materiales de vidrio.....	30
3.8.2.4. Materiales otros.	30
3.8.3. Equipos.....	31
3.8.4. Reactivos.	31
3.8.5. Técnicas de análisis realizados.....	32
3.8.5.1. Análisis de humedad total.	32
3.8.5.2. Análisis de humedad higroscópica	33
3.8.5.3. Análisis de materia inorgánica y materia orgánica.....	34
3.8.5.4. Análisis de Proteína.	34
3.8.5.5. Determinación de Análisis de Grasa.	35
3.8.5.6. Deshidratación.....	36
CAPÍTULO IV	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Composición química	38
4.2. Deshidratación	42
CAPÍTULO V	466
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	466
5.1. Conclusiones	477
5.2. Recomendaciones	477
CAPÍTULO VI.....	478
BIBLIOGRAFÍA	48
6.1. Bibliografía.....	49
CAPÍTULO VII.....	533

ANEXOS	533
7.1. Anexos	54

CÓDIGO DUBLIN.

Título:	“VALORACIÓN NUTRICIONAL DE HONGOS OSTRAS (<i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Pleurotus sapidus</i>) INOCULADOS CON HOJA DE MAZORCA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ”	
Autor:	Reinoso Molinero Luisa Geanela	
Palabras clave:	Composición química	Deshidratación
Fecha de publicación:		
Editorial:		
Resumen:	<p>Resumen.- Los objetivos planteados fueron evaluar la composición química y deshidratación a las setas de hongos ostras (<i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>sapidus</i>). Consistió de cuatro tratamientos con seis repeticiones que se desarrollaron en un diseño factorial (2 x 2) (hongos x medios de cultivos), completamente al azar. Para comprobar diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para los análisis de composición química y deshidratación. Los factores evaluados fueron A (hongos <i>ostreatus</i> y <i>sapidus</i>) y B (hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní). Los análisis de composición química (humedad, materia seca parcial, materia inorgánica, materia orgánica) presentaron diferencias ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, mientras que humedad higroscópica, materia seca total, proteína y grasa reportaron diferencias ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos. El tratamiento <i>Pleurotus ostreatus</i>+ cáscara de maní obtuvo la mayor proteína (42.51%), la mejor deshidratación se observa a los 45°C ($p \leq 0.05$) con la mayor humedad de 20.33% para el T4 (<i>Pleurotus sapidus</i> + cáscara de maní), mientras que a los 55°C y 65°C no existió diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, comportándose de mejor manera los tratamientos 1, 2 y 4 con porcentaje de deshidratación de 7.33%.</p> <p>Abstract. - The objectives were to evaluate the chemical composition and dehydration mushrooms oyster mushroom (<i>Pleurotus ostreatus and sapidus</i>). It consisted of four treatments with six replications that were developed in a factorial design (2 x 2) (fungal x culture media), completely random. To test differences between means the Tukey test ($p \leq 0.05$) was applied to the analysis of chemical composition and dehydration. The factors evaluated were A (<i>sapidus ostreatus and fungi</i>) and B (corn cob leaf and peanut shell). The chemical composition analysis (moisture, partial dry matter, inorganic matter, organic matter) were different ($p \geq 0.05$) between treatments, while hygroscopic moisture, total dry matter, protein and fat reported differences ($p \leq 0.05$) between treatments. <i>Pleurotus ostreatus</i> treatment + peanut shell had the highest protein (42.51%), the best dehydration is observed at 45 ° C ($p \leq 0.05$) with higher humidity of 20.33% for T4 (<i>Pleurotus sapidus</i> + peanut shell), whereas at 55°C and 65°C there was no statistical difference ($p \leq 0.05$) between treatments, behaving better treatments with 1, 2 and 4 percent dehydration of 7.33 %.</p>	
Descripción:		
URI:		

Introducción.

La producción de hongos comestibles es una alternativa importante para satisfacer las necesidades alimenticias de la población; además de utilizar residuos agrícolas, es una fuente para generar empleo. Su producción no requiere de inversiones iniciales fuertes, pero si cuidados intensivos que aseguren una producción adecuada. En la actualidad la biotecnología se ha convertido en una verdadera alternativa para la obtención de alimentos para el consumo humano, por la posibilidad de obtener grandes cantidades en pequeñas áreas mediante técnicas sencillas, a bajo costo, en cortos periodos de tiempo y empleando residuos agroindustriales como substrato para su cultivo (1).

El cultivo de hongos en el mundo ha tenido un significativo impacto en la producción de alimentos y ha ayudado a resolver el problema de la disposición de desechos orgánicos no comestibles. Los hongos comestibles son un excelente alimento que ha formado parte de la dieta mexicana desde épocas prehispánicas. Actualmente la cadena agroalimentaria emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales, en México representa un proceso biotecnológico rentable, controlado, intensivo y eficiente en la utilización de agua, adaptable al cambio climático y desarrollado a pequeña y gran escala con importantes repercusiones sociales, ecológicas y económicas. El hongo es utilizado como alimento ya que tiene una consistencia carnosa, es de fácil digestión, tiene un exquisito sabor y un alto valor nutritivo, un dato interesante es que después de su cocción mantiene su contenido de proteínas y vitaminas (2).

Las especies de *Pleurotus* están entre los agentes de descomposición primaria más efectivos, tienen la habilidad de colonizar el rastrojo, degradarlo y utilizar la lignina, además de la hemicelulosa y la celulosa. Estos hongos son considerados descomponedores primarios porque son capaces de utilizar los desechos de las plantas en su forma original sin que hayan sido sujetos previamente a algún proceso de degradación bioquímica o microbiológica (3).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En muchos procesos agroindustriales se generan subproductos o residuos, los cuales se los debe reciclar o procesar apropiadamente, para no originar diversos problemas ambientales. Suelen ser quemados o vertidos en rellenos sanitarios produciendo liberación de dióxido de carbono, contaminación de agua de río, molestias por presencia de olores, proliferación de ratas e insectos. La eliminación de estos supone un problema de gestión para las empresas productoras. Sin embargo, estos materiales son indispensables por su contenido en compuestos químicos (como azúcares, pigmentos, fibra alimentaria, proteína, polifenoles, lignina, y otros) y pueden ser útiles cuando se transforman mediante tratamientos microbiológicos (4).

Diagnóstico.

Los residuos agrícolas que se acumulan en las fincas, alrededor del sembrío causan contaminación y son parte de refugio de plagas y roedores. Parte de estos residuos se utilizan en la alimentación animal, especialmente del ganado bovino y otra parte en la elaboración de abonos orgánicos utilizados en la agricultura. En este trabajo de investigación se presenta la alternativa de utilizar estos residuos agrícolas de una forma diferente.

Pronóstico.

La composición química y la deshidratación de las setas de hongos *Pleurotus* varían según la especie.

1.1.2. Formulación del problema.

La quema de residuos agrícolas (maíz y maní) resulta preocupante para la salud humana, es considerada una fuente importante de dioxinas, incluso en pequeñas cantidades constituye un problema grave para la salud y el medio ambiente, permanecen en el medio ambiente por largos periodos antes de degradarse.

1.1.3. Sistematización del problema.

En la presente investigación se considera el uso esencial de dos variedades de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*), que debido al desconocimiento de las cualidades que posee esta especie no es muy utilizado, por tanto promueve la producción y deshidratación del producto.

Esta especie de hongos está compuesta por el 90% de agua. Se podría considerar como materia prima futura para la elaboración de productos alternativos en la alimentación humana.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

- Evaluar la composición química y la deshidratación de los hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la composición química de las setas de los hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní.
- Determinar la deshidratación a las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní.

1.3. Justificación.

El uso de los residuos agrícolas como fuente de sustrato en la producción de hongos reduce el impacto ambiental como respuesta a la tendencia internacional de desarrollo de una sociedad sostenible. La biotecnología puede ayudar a disminuir el impacto ambiental generado por estas actividades y a la vez produce nuevos productos. Ha incrementado el interés por el aprovechamiento integral de los residuos y al mismo tiempo reducir los problemas de la contaminación ambiental como consecuencia de la actividad humana tales como: desechos agrícolas, forestales e industriales (5).

Aplicando la técnica de fermentación en estado sólido es posible obtener un producto de alto valor nutritivo y medicinal, además de un residuo rico en proteína para la alimentación animal o como bioabono en labores agrícolas, lo que nos da la pauta de verificar que la biotransformación en el sustrato se da gracias a la acción de enzimas degradadoras de lignina y celulosa que poseen los hongos comestibles (*Pleurotus spp.*) encargados de realizar este proceso biotecnológico (5).

Estudios realizados por Carvajal (2012) afirma los beneficios que conlleva cultivar hongos del género *Pleurotus*, dentro de los cuales mencionan que son potentes agentes biológicos que convierten los subproductos orgánicos no comestibles en alimentos humanos de buena palatabilidad. Su eficiencia de conversión de proteína es superior a las fuentes de proteína animal. Además, cabe mencionar una de las metas planteadas por los mandatarios mundiales, es aumentar 70% la producción agrícola para el año 2050, con el fin de alimentar a una población mundial que supera los 9000 millones de personas y combatir el cambio climático. Es por ello que surge la necesidad de crear nuevas fuentes de alimento, pero sin alterar nuestro ecosistema. Por tal motivo, esta investigación es una alternativa ecológica para producir alimentos a la población. Bajo estas condiciones la producción de hongos está dirigida a una alimentación sana, barata y disponible durante todo el año (6).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Descripción del hongo ostra.

El *P. ostreatus* es un hongo saprofito 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. 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. 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, tierno al principio y después correosa (7).

2.1.2. Características alimenticias de los hongos.

En cuanto a características alimenticias de los hongos del género *Pleurotus* spp. Se destaca su sabor, altas cantidades de proteína, fibra dietética, carbohidratos, minerales (fósforo, hierro, calcio), vitaminas (riboflavina, tiamina, ácido ascórbico y niacina), ácido linoleico, así como bajas concentraciones de grasas. El contenido de proteína cruda (% en peso seco)

de *P. ostreatus* oscila entre 10.50% a 30.40% y la calidad biológica de estas proteínas en términos de contribución nutricional para la dieta humana es alta (8).

Las proteínas constituyen uno de los nutrientes más importantes en la alimentación y es fundamental para construir los tejidos del cuerpo. Los hongos con un contenido de proteína que va de 3 a 7% (frescos) y de 25 a 40% (secos) juegan un papel preponderante en el enriquecimiento de la dieta humana cuando el suministro de proteína cárnica es limitado (8).

El contenido de proteína es casi igual a la del maíz, leche y legumbres, aunque la carne, pescados y huevos son más bajos. Como fuente de proteína en la dieta, los hongos son superiores a la mayoría de las frutas y verduras con la excepción de los frijoles y guisantes. Los hongos pueden comerse frescos o cocinados, a diferencia de otras fuentes de proteína como la soya y la levadura que deben ser procesadas o enmascaradas de alguna manera para que sean aceptables al paladar (9,10).

2.1.3. Las setas.

Las setas constituyen los cuerpos fructíferos de algunos hongos. Es decir la parte reproductiva de los hongos. Por lo tanto, para conocer las setas, es importante saber los conceptos básicos sobre los hongos. No todos los hongos producen setas. Dentro de los hongos “sin seta” tenemos grupos como las levaduras que son aprovechadas por el hombre para producir pan, cerveza o vino. A partir de hongos se obtienen productos médicos como la penicilina. Otros hongos son los responsables de la aparición de numerosas enfermedades en las plantas o animales, incluido el hombre (11).

Las setas han sido parte de la dieta humana desde tiempos inmemoriales, siendo usados como alimentos, aún antes de que el hombre entendiera el manejo de otros organismos. Para los antiguos romanos estos eran “la comida de los dioses”, resultado de los rayos que chocaban contra la tierra empleados por Júpiter durante las tormentas; los egipcios los

consideraban “un regalo del dios Osiris”, mientras que los chinos los veían como “el elixir de la vida” (9).

2.1.4. Importancia de los hongos en la alimentación humana.

La importancia reside en su valor dietético (bajo contenido en carbohidratos y grasas), significativo contenido de proteínas (de 20–40% del peso seco) y vitaminas, que los coloca por arriba de la mayoría de vegetales, frutas y verduras. Adicionalmente resultan ser complementos deliciosos en las comidas por sus propiedades organolépticas. El cultivo de los hongos comestibles es actualmente una actividad que se desarrolla en diversas regiones del mundo, como en los Estados Unidos, Europa y Asia. En América Latina, a pesar de la potencialidad que existe en la región para cultivar especies que crecen en forma silvestre y de la enorme tradición etnomicológica que existe para el consumo de los hongos comestibles, el cultivo de estos ha sido mínimo (12).

2.1.5. Valor nutricional de los hongos comestibles.

Desde el punto de vista del valor alimenticio de las setas, los hongos son un alimento sabroso, nutritivo y bajo en calorías constituyendo una excelente opción alimentaria. Contiene entre 10 a 40% de proteínas en base seca, comparado a la mayoría de los vegetales, estas proteínas son de alta calidad debido a que contiene todos los aminoácidos esenciales tales como lisina, leusina, valina, isoleucina, entre otros (13).

Son consideradas como un alimento saludable debido a su contenido en vitaminas, minerales y carbohidratos, y su bajo nivel de lípidos y un alto contenido en agua (70 a 95%), y por lo tanto bajo contenido calórico. Tomando en consideración lo antes mencionado, este producto debería formar parte de las cinco raciones de frutas y hortalizas

en una dieta saludable. El aporte calórico en promedio es de 15 a 45 kcal por cada 100 gr de setas secas, esta característica lo convierte en alimento estrella a incluir en las dietas hipocalóricas, apropiadas para el tratamiento de la obesidad, la diabetes de adulto (no insulino-dependiente) de tipo II, y trastornos del sistema inmune. El porcentaje de proteína oscila entre el 1 a 6%, con la peculiaridad de presentar un alto contenido de aminoácidos esenciales, los que participan en el sabor característico de cada tipo de seta y que otorgan un mayor valor nutricional a las proteínas de las setas en comparación con la mayoría de las proteínas vegetales (14).

Con respecto a las grasas su contenido es bajo (0.30%), con un alto valor nutricional, debido a la presencia de ácidos grasos insaturados principalmente el ácido linoleico y linolénico y la ausencia de colesterol. Además, las setas son una importante fuente de fibra (1 a 2.50%), tanto soluble compuesta principalmente por α -D-glucanos, β -D-glucanos, y α/β -D-glucanos en sus cuerpos fructíferos y quitosanos, como insoluble compuesta principalmente por celulosa, lignina y quitina, esta última forma parte de las paredes celulares de los setas y se conoce como fibra alimentaria. El contenido en minerales es aproximadamente del 1%, varía mucho de una especie a otra, destacando principalmente, el fósforo, magnesio, yodo, potasio, cobre y selenio estos últimos son elementos importantes para la función del sistema inmune y para la síntesis de antioxidantes que reducen los radicales libres. Son una buena fuente de vitaminas, como el ergosterol, esterol, que es un precursor biológico de la provitamina D2 o ergocalciferol, que podría ser de importancia para las personas con una ingesta limitada de ergocalciferol de los alimentos de origen animal, por ejemplo, para los vegetarianos y veganos, B1, B2, B3, B5 y B9; en menor medida, vitamina C. El valor nutricional de las setas varía en función de factores como la especie, la floración, el grado de madurez, la variedad y la forma de conservación (14).

2.1.6. Valor nutritivo de *Pleurotus ostreatus*.

Ha sido reconocido desde hace mucho tiempo. Esta especie constituye un alimento altamente proteico, posee un elevado contenido de Vitaminas (Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Piridoxina (B6), Cobalamina (B12), Ácido Ascórbico (C), Niacina, Ácido Nicotínico y Ácido Pantoténico); y actúa como una fuente importante de Calcio y Fósforo). Aunque su contenido de lípidos es relativamente bajo, presenta ácidos grasos esenciales como el Ácido Linoléico (6.30%). *P. ostreatus* contiene todos los aminoácidos esenciales, sobresaliendo su alto contenido de Isoleucina, Valina, Lisina y Treonina. Además de su valor nutritivo, *P. ostreatus* posee enzimas específicas capaces de degradar lignina, fenoles y polifenoles hasta un 60% del contenido original, por lo que es una de las especies más utilizadas en la investigación de residuos aptos para su cultivo. Por otro lado *P. ostreatus* tiene una gran cantidad de esteroides, ergosterol es el más importante en alrededor de un 70% del total. El alto contenido de ergosterol en *Pleurotus ostreatus* puede variar significativamente dependiendo de las condiciones de manipulación, este es transformado en vitamina D por acción de la luz de los rayos UV al ser deshidratados al sol. Por lo que las setas deshidratadas de esta forma, son una buena fuente de esta vitamina, muy importante para la absorción de calcio, sobre todo del fosfato de calcio fundamental para el buen desarrollo de los huesos y dientes (Cuadro 1) (12).

Sustancia	%
Agua	92.20
Materia seca	7.80
Ceniza	9.50
Grasa	1.00
Proteína bruta	39.00
Fibra	7.50
Fibra cruda	1.40
Nitrógeno total	2.40
Calcio	33 mg 100 g ⁻¹
Fósforo	1.34 mg 100 g ⁻¹
Potasio	3793 mg 100 g ⁻¹
Hierro	15.20 mg 100 g ⁻¹
Ácido ascórbico. Vitamina	90-144 mg 100 g ⁻¹

C	
Tiamina. Vit. B1	1.16-4.80 mg 100 g ⁻¹
Niacina. Vit B5	46-108.7 mg 100 g ⁻¹
Ácido fólico	65 mg 100 g ⁻¹

Fuente: (12)

Cuadro 1. Contenido nutricional del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

2.1.7. *Pleurotus ostreatus*: usos y utilización del hongo y compost.

Diferentes autores indican que un gran número de hongos comestibles tiene la habilidad de colonizar el rastrojo, degradar y utiliza la lignina, además de la hemicelulosa y la celulosa. Estos tipos de hongos son capaces de utilizar el desecho de las plantas en su forma original sin que hayan sido sujetas a algún proceso de degradación bioquímica o microbiológica. Entre los agentes de descomposición primaria más efectivos existen hongos comestibles como las especies *Pleurotus*. Después de cultivar y cosechar los hongos., la relación carbono-nitrógeno del sustrato es disminuida y puede ser utilizado como abono para el suelo. El cultivo de los hongos del género *Pleurotus spp*, tiene un gran atractivo debido principalmente a que producen proteínas de alta calidad sobre un sustrato que consiste en materiales de desecho de carácter lignocelulósicos, materiales producidos en gran cantidad en la actividad agrícola. 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. El sustrato que queda después de la cosecha del hongo llamado compost agotado, puede ser usado como sustrato para hongos de otros géneros, o como forraje para ganado (15).

En cuanto al potencial como forraje que pueda tener un sustrato usado en cultivos de hongos del género *Pleurotus spp.*, se ha encontrado que el mejoramiento de la digestibilidad depende de la especie del hongo, del sustrato utilizado y de las condiciones del cultivo. Con respecto a los efectos benéficos de *P. ostreatus* es conocida su actividad anticancerígena, efectos inmunomodulatorios, antivirales, antibióticos, antiinflamatorios y disminución en los niveles de colesterol (15) .

2.1.8. Sustratos

2.1.8.1. Rastrojo de maíz.

El cultivo del maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la cual se cosecha apenas cerca del 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hoja, limbos y mazorca entre otros. La producción de biomasa residual que genera un cultivo de maíz de grano (cañas, hojas, chalas y mazorcas), fluctúa entre 20 a 35 toneladas por hectárea y en el maíz de choclo (cañas y hojas), varía entre 16 a 25 toneladas por hectárea. La proporción entre los componentes del residuo depende principalmente de la variedad, nivel de fertilización y tipo de cultivar (Cuadro 2) (1).

Estructura	Porcentaje
Panoja	12.00
Tallos	17.60
Chalas	8.90
Total caña	38.50
Mazorca	11.80
Grano	49.70
Total espiga	61.50

Fuente: (1)

Cuadro 2. Porcentaje del peso seco según estructura.

Cada una de estas estructuras posee características físico-químicas propias, le confiere un valor nutritivo muy diferente, dependiendo si el residuo corresponde a maíz de grano o maíz para consumo fresco. Los tallos presentan las estructuras más lignificadas y de menor contenido de proteína bruta (3.10%), y las hojas entre 4 y 7% (Cuadro 3) (1).

Estructura	Proteína bruta	Digestibilidad de materia seca
Hojas	4.50	55.60
Tallos	3.10	59.70
Chalas	4.70	69.10
Mazorcas	4.70	58.00
Cañas +hojas	4.20	55.80

Fuente: (1)

´**Cuadro 3.** Porcentaje de proteína bruta y digestibilidad de la materia seca según estructura del rastrojo de maíz.

2.1.8.2. La vaina o cáscara de maní.

Este residuo se utiliza como combustible sólido en calderas para la generación de vapor y, en menor medida, para la producción de carbón activado, paneles aglomerados, hormigón premoldeado, etc. En los casos en que no se aprovecha, queda acumulado a cielo abierto generando contaminación con el peligro de autoignición, cuando no, los mismos productores la queman intencionalmente a fin de reducir su volumen, con consecuencias tales como el aumento en la emisión de particulados debido a la combustión no controlada e incompleta. También, en función de las características particulares de la vaina y las condiciones de temperatura y humedad, se verifica la presencia de procesos microbiológicos, lo que nos lleva a proponer la posibilidad de transformarla por vía biológica. La estructura celular de la caja de maní está formada por compuestos lignocelulósicos tales como celulosa, hemicelulosa y lignina, entre otros (Cuadro 4) (16).

Componente	Giller	Hoffponir
	%	%
Materia grasa	1.10	11.76
Celulosa	68.83	-----
Fibras	-----	34.90

Proteínas	6.76	-----
Albuminoides	-----	12.68
Extracto no nitrogenado	19.64	20.46
Cenizas	4.19	11.19
Agua	7.48	9.01

Fuente: (16)

Cuadro 4. Composición de la Cáscara de maní.

2.1.9. Deshidratación en los alimentos.

Deshidratar un alimento significa reducir su contenido de agua, dándole cierta estabilidad al producto, de esta manera se impide el desarrollo de microorganismos y la acción de las enzimas propias del producto a reducir el contenido de agua libre. El secado debe efectuarse a temperaturas moderadas, por cuanto las temperaturas elevadas desnaturalizan las proteínas y causan pérdidas de micro nutrientes, como son las vitaminas, y modifican sus propiedades fisicoquímicas (17).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Setas comestibles.- son aquellas que son aptas para el consumo humano. Algunas setas son comestibles porque no contienen principios tóxicos. Otras son comestibles porque, aunque contienen principios tóxicos, estos desaparecen o quedan reducidos a cantidades mínimas cuando son sometidas a cocción. Las setas son el aparato reproductor de los hongos superiores. La seta es como si fuese la “fruta” del hongo, teniendo en cuenta que los hongos no son plantas ni animales (9).

2.2.2. Dioxinas.- las dioxinas y furanos, o simplemente dioxinas, son los nombres comunes por los que se conoce a dos grupos de sustancias químicas con cloro. Existen 75 dioxinas y 135 furanos diferentes, de los cuales el 12% son muy tóxicos. Se produce generalmente en procesos de incineración no controlada o deficiente tecnología (18).

2.2.3. Hongos Ostras.- la gírgola, champiñón ostra o pleuroto en forma de ostra (*Pleurotus ostreatus*) es un hongo comestible, estrechamente emparentado con la seta de cardo (*Pleurotus eryngii*), que se consume ampliamente por su sabor y la facilidad de su identificación. (10) (19)

2.2.4. Hongos comestibles.- son los que aportan una gran cantidad de proteínas y vitaminas, lo que los hace especialmente buenos para personas que estén pensando en empezar una dieta baja en calorías y grasas. Además poseen mucha agua debido a su composición (entre 80 a 90%) lo que contribuye a una correcta hidratación del cuerpo (20).

2.2.5. Etnomicología.- tiene por objeto estudiar las relaciones existentes entre el hombre y los hongos desde un punto de vista histórico y sociológico. Se considera un campo dentro de la etnobotánica. Según esta definición, la etnomicología estudia todos los usos que el hombre hace de los hongos, desde los hongos comestibles a los medicinales, pasando por usos específicos (21).

2.2.6. Micelio.- parte vegetativa del hongo. Está subterráneo y es el auténtico hongo. Su función es absorber del suelo los distintos compuestos orgánicos necesarios para alimentarse. Está formado por un conjunto de filamentos blancos, hifas y septos. El micelio va creciendo en forma circular y va produciendo setas para su reproducción mediante esporas (22), (23), (24)

2.2.7. Estudios relacionados.

2.2.7.1. Composición química y el valor nutritivo de los hongos cultivados más ampliamente apreciados: un estudio comparativo entre las especies.

En este estudio compararon la composición química y el valor nutritivo de las especies más consumidas como champiñones frescos cultivados: *Agaricus bisporus* (blanco y marrón setas), *Pleurotus ostreatus* (seta de ostra), *Pleurotus Eryngii* (rey hongo ostra), *Lentinula edodes* (shiitake) y *Flammulina velutipes* (setas aguja de oro). *Lentinula edodes* (shiitake) reveló los más altos niveles de macronutrientes, como también los más altos azúcares, tocoferoles y los niveles de PUFA y el menor contenido de SFA. Champiñones blancos y marrones mostraron composición de macronutrientes similares, como también valores similares de azúcares totales, MUFA, PUFA y tocoferoles totales. Ostras y hongos ostra rey dieron el mayor contenido de ácidos grasos monoinsaturados con contenidos similares en PUFA, MUFA y SFA en ambas muestras. También revelaron humedad similares, ceniza, hidratos de carbono y los valores de energía. Este estudio contribuye a la elaboración de bases de datos nutricionales de las especies de hongos más consumidos en todo el mundo, lo que permite la comparación entre ellos. Por otra parte se informó que las muestras de cultivo y los silvestres de la misma especie tienen diferente composición química, incluyendo azúcares, ácidos grasos y tocoferoles perfiles (25).

2.2.7.2. Composición química y el valor nutritivo de las especies Europeas de hongos que crecen silvestres.

Decenas de especies de hongos que crecen silvestres son ampliamente consideradas un manjar en una parte de Europa. El conocimiento de su valor nutricional ha sido hasta ahora fragmentaria debido principalmente a la escasa información sobre la biodisponibilidad de sus constituyentes. El contenido de materia seca varía por lo general entre 80 y 140 g kg⁻¹. Medianas habituales de proteína cruda, lípidos y cenizas son aproximadamente 25.30 y 8.00 g por 100 g de materia seca, respectivamente. Diversos hidratos de carbono forman el resto. Sin embargo, se producen grandes variaciones. La energía es baja, alrededor de 150 kJ por 100 g de champiñones frescos. La proporción de aminoácidos esenciales parece ser nutricionalmente favorable, mientras que el contenido de ácidos grasos n-3 es insignificante. La quitina, el glucógeno, manitol y la trehalosa son componentes típicos de hidratos de carbono. El potasio es el elemento altamente prevalentes en minerales. Proporción relativamente elevada de fibra, las B-glucanos que promueven la salud, compuestos con actividad antioxidante y los componentes de sabor son los temas que provocan un creciente interés de los investigadores y los consumidores. Sin embargo, varias especies populares acumulan altos niveles de cadmio, mercurio y plomo si crecen en suelos muy contaminados (26).

2.2.7.3. La producción de setas. El uso de Agro - Industrial residuos como sustratos.

El cultivo de hongos como un proceso biotecnológico importante para la valorización de los residuos agroindustriales generados como resultado de la agro-silvicultura y agroindustrial de producción. Una enorme cantidad de cultivo agrícola lignocelulósica, residuos y subproductos agroindustriales se generan anualmente, rico en compuestos orgánicos que son dignos de ser recuperados y transformados. Un número de estos residuos se han empleado como materia prima en la fermentación en estado sólido (SSF) los procedimientos que utilizan los hongos superiores *basidiomycetus* para la producción de alimentos de setas, alimentos para animales, enzimas y compuestos medicinales. Del

mismo modo, los microorganismos mencionados anteriormente se han empleado con éxito en procesos relacionados con la biorremediación de compuestos peligrosos y residuos de desintoxicación. El cultivo de hongos presenta una industria biotecnológica de todo el mundo expandido y económicamente importante que utiliza proceso de fermentación en estado sólido eficiente de recuperación de proteínas de los alimentos a partir de materiales lignocelulósicos. Varios aspectos de la fisiología de la seta, junto con los efectos de diferentes condiciones ambientales y nutricionales sobre el crecimiento del micelio y la fructificación de producción son altos cuerpos. Por otra parte, las tecnologías de cultivo de *Agaricus bisporus*, *Pleurotus spp* y *Lentinula edodes*, que comprende la freza (inóculo) la producción, la preparación del sustrato y el proceso de cultivo de setas es decir, la inoculación, sustrato colonización por el cultivo de hongos, fructificación, cosecha y procesamiento de los cuerpos fructíferos, se esbozan. Por último, la eficiencia de conversión de residuos en cuerpos fructíferos se describe en dos géneros de hongos medicinales, *Pleurotus* y *Lentinula*, ampliamente cultivada por su valor nutricional y extensamente investigado por su capacidad de biodegradación (27).

2.2.7.4. 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.

En la evaluación de dos cepas de hongos *Pleurotus ostreatus* y *sapidus*, sobre el crecimiento radial, producción de biomasa, producción de setas y composición química, evaluaron el crecimiento radial y la producción de biomasa distribuidos en ocho tratamientos: T1) PDA + *P. ostreatus*, T2) PDA + *P. sapidus*, T3) PDA Rastrojo de soya + *P. ostreatus*, T4) PDA Rastrojo de soya + *P. sapidus*, T5) PDA Rastrojo de arroz + *P. ostreatus*, T6) PDA Rastrojo de arroz + *P. sapidus*, T7) PDA Tusa de maíz + *P. ostreatus*, T8) PDA Tusa de maíz + *P. sapidus*. Midieron la producción y composición química de las setas de hongos *Pleurotus* T1) Rastrojo de soya + *P. ostreatus*, T2) Rastrojo de soya + *P. sapidus*, T3) Rastrojo de arroz + *P. ostreatus*, T4) Rastrojo de arroz + *P. sapidus*, T5) Tusa de maíz + *P. ostreatus*, T6) Tusa de maíz + *P. sapidus*. Los tratamientos en las variables de crecimiento radial y producción de biomasa fueron significativos. En el rendimiento y

composición química de las setas de hongos *Pleurotus*, también tuvieron diferencias ($p \leq 0.05$), siendo el mejor el T1 en comparación con los demás tratamientos. Estos resultados indican porque el rastrojo de soya contiene un gran contenido de componentes lignocelulósicos, componentes que son muy apetecibles para el crecimiento de hongos *Pleurotus* (4)

2.2.7.5. Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha.

El proyecto determinó la mejor alternativa de sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en rendimiento y en costos de producción en la hacienda El Pegujal. Se realizaron tres ciclos de cultivo con un primer y segundo brote, para obtener un promedio y que los resultados sean más representativos. El diseño experimental utilizado fue el de bloque completamente al azar (BCA) de cuatro tratamientos de sustratos que fueron bagazo de caña de azúcar, paja de trigo, aserrín y mezcla forrajera con ocho repeticiones cada uno por ciclo de cultivo (número de fundas sembradas). Las fundas sembradas tuvieron un peso aproximado de 1.04 kg, el 1 kg fue del sustrato húmedo y los 40 g de semilla. Las variables de estudio consistieron en el peso fresco del hongo en cada sustrato, el diámetro de los carpóforos, el porcentaje de eficiencia biológica y el rendimiento de producción. Los resultados estuvieron analizados estadísticamente para determinar el sustrato con el mejor rendimiento. El tratamiento con sustrato bagazo de caña obtuvo los mejores resultados en todas las variables estudiadas, así, se obtuvo 177.10 g de hongo fresco de 1 kg de sustrato húmedo, el diámetro de los carpóforos en promedio fue de 5.90 cm, la eficiencia biológica fue de 40.50% y el rendimiento de producción fue de 8.90 kg m⁻². Además, se realizó el análisis proximal del hongo cultivado y se obtuvo los siguientes resultados: la humedad fue de 88.54%, el extracto libre de nitrógeno fue de 47.13%, la proteína y la fibra estuvieron en 21.89% y 20.34% respectivamente, el porcentaje de cenizas fue de 8.06% y el extracto etéreo estuvo en 2.58%, lo que indicó que el hongo ostra cultivado tuvo una composición nutricional adecuada para el consumo humano. Finalmente, realizaron una estimación de la inversión y de los costos de producción con el sustrato bagazo de caña de azúcar para determinar el VAN, resultó positivo e igual a \$ 22 413, el TIR fue igual al 21% y la

relación beneficio/costo de 1.28. Estos resultados demostraron la viabilidad del proyecto (13).

2.2.7.6. Deshidratación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*).

Los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* fueron sometidos a tratamiento térmico, químico y termo-químico. Los resultados muestran que el tratamiento químico produce una inactivación enzimática más efectiva comparada a los otros dos tratamientos. Así mismo, el estudio experimental de la deshidratación de los hongos llevada a cabo a 55° C, revela que la humedad crítica es de 10.40 kg de sólido seco, la humedad de equilibrio es 0.22 kg de agua kg⁻¹ de sólido (17).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo en el área de Microbiología del Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional “RUMEN” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.1.1. Ubicación política.

Provincia: Los Ríos

Cantón: Mocache

Lugar: Finca Experimental “La María”, km. 7 vía Quevedo- El Empalme

3.1.2. Ubicación geográfica.

Altitud:	73 msnm
Longitud oeste:	79°29' o
Latitud sur:	01°06' s
Heliofanía:	819.7 horas luz ⁻¹ año ⁻¹
Clima:	Tropical húmedo; zona ecológica; bosque húmedo tropical
Temperatura media:	24.70°C
Precipitación:	1640.90 cc anual ⁻¹
Humedad relativa:	84.54%
Topografía:	80% plano; 20% ondulado

3.2. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo experimental, se evaluó la composición química y deshidratación del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus* y *P. sapidus*).

3.3. Métodos de la investigación.

El método experimental es el más eficaz, mediante el cual se estudió cada una de las variables evaluadas y se determinó los mejores tratamientos con la aplicación del análisis de varianza y las pruebas de TUKEY ($p < 0.05\%$).

3.4. Fuentes de recopilación de información.

- Fuentes primarias directa a datos experimentales.
- Fuentes secundarias como revistas, artículos científicos.

3.5. Diseño de la investigación.

Se utilizó un diseño factorial A x B, completamente al azar. (Factor A= Dos cepas de hongos *Pleurotus* y Factor B= Dos medios de cultivos). Para determinar diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$), además los datos fueron analizados en el programa SAS versión 9.

3.5.1. Modelo matemático.

A continuación se detalla el modelo matemático del diseño experimental:

Con dos factores, una observación:

$$X_{ijk} = u + p_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha + \beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

X_{ijk} = puntuación en variable dependiente X del sujeto k para la combinación de tratamientos i y j

u = es el efecto de la media por observación.

p = es el efecto de repeticiones.

α_j = es el efecto del Factor A.

β_k = es el efecto del Factor B.

$(\alpha + \beta)$ = es el efecto de la interacción A x B.

ϵ_{ijk} = un elemento al azar (error experimental)

3.5.2. Análisis de varianzas.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Tratamiento	(t-1)	3
Especie (A)	(a-1)	1
Medio (B)	(b-1)	1
Especie * Medio (A*B)	(a-1) (b-1)	1
Error	(ab)(r-1)	20
Total	(abr-1)	23

Elaborado: Autora

3.5.3. Población y muestra.

Para llevar a cabo esta investigación se realizó lo siguiente:

3.5.3.1. Composición química y deshidratación.

Número de tratamientos: 4

Número de repeticiones: 6

Unidades experimentales: 24

3.5.3.2. Tratamientos en la investigación.

Se realizó la investigación para evaluar la composición química y deshidratación.

Tratamientos	Repeticiones
T1. Hoja de mazorca de maíz + <i>Pleurotus ostreatus</i>	6
T2. Cáscara de maní + <i>Pleurotus ostreatus</i>	6
T3. Hoja de mazorca de maíz + <i>Pleurotus sapidus</i>	6
T4. Cáscara de maní + <i>Pleurotus sapidus</i>	6

Elaborado: Autora

Tabla 2. Tratamientos para la evaluación de la composición química y deshidratación.

3.6. Instrumentos de investigación.

En este trabajo de investigación se realizó análisis de composición química y deshidratación de las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní. Como instrumentos de investigación se analizó el efecto de las variables:

3.6.1. Variables de composición química.

- Humedad
- Materia seca parcial

- Humedad higroscópica
- Materia seca total
- Materia inorgánica
- Materia orgánica
- Proteína
- Grasa

3.6.2. Variables de deshidratación.

- 45° C
- 55° C
- 65° C

3.7. Tratamiento de datos.

Se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$), además los datos se analizaron en el programa SAS versión 9.

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

- Ingeniero Jorge Quintana Zamora. M.Sc, encargado del Laboratorio de Rumiología y Director del proyecto de investigación.
- Ingeniera Lourdes Ramos, encargada del Laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Estudiante Luisa Reinoso Molinero.

3.8.2. Materiales.

3.8.2.1. Especies de hongos comestibles.

- *Pleurotus ostreatus*
- *Pleurotus sapidus*

3.8.2.2. Sustratos.

- Cáscara de maní
- Hoja de mazorca de maíz

3.8.2.3. Materiales de vidrio.

- Vasos de precipitación
- Cajas petry
- Matraz Erlenmeyer de 500 y 1000 mL
- Frascos de vidrio
- Tubos digestores
- Bureta

3.8.2.4. Materiales otros.

- Asa de inoculación
- Sacabocado de 4 mm
- Mechero
- Agitador magnético
- Alcohol 96°
- Cloro
- 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
- Vasos beker

3.8.3. Equipos.

- Estufa de cultivo marca Memmert
- Cabina de Bioseguridad Tipo II Marca Labconco
- Autoclave marca All American.
- Balanza marca Sartorius
- Balanza analítica marca OHAUS.
- Calentador agitador marca Heidolph
- Desecador
- Destilador de agua marca Optic ivymen
- Digestor de proteína marca Selecta
- Destilador de proteína marca Selecta
- Digestor de grasa

3.8.4. Reactivos.

- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Ácido bórico

- Carbonato sódico
- Bromo cresol green
- Red Metyl
- Pastillas catalizadoras
- Éter de petróleo

3.8.5. Técnicas de análisis realizados:

3.8.5.1. Análisis de humedad total.

Una vez cosechadas las setas en los distintos residuos agrícolas (cáscara de maní y hoja de mazorca de maíz), se colocó en bandejas de aluminio y se procedió a disminuir su tamaño con la ayuda de un cuchillo, luego se pesaron en una balanza donde se registró su peso.

Luego se colocó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65° C por el lapso de tiempo de 48 horas, luego de ese tiempo y temperatura se registró su peso y se obtuvo la humedad total con la siguiente fórmula:

$$H = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Dónde:

W_i = Peso de la Muestra inicial (g)

W_f = Peso de la muestra después del secado (g)

MS (%) = 100 – HT

Dónde:

HT= Humedad Total

MS= Materia Seca

3.8.5.2. Análisis de humedad higroscópica

Se realizó análisis de humedad total a las muestras de hongos, el contenido que quedó de este análisis se molió en un molino Thomas Willy adaptado a una criba de 2 mm, seguido se utilizó crisoles de 30 mL, se rotuló en la parte superior con números continuos y se esterilizó 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 higroscopia con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

W₀ = Peso de la Muestra (g)

W₁= Peso del crisol más la muestra después del secado (g)

W₂= Peso del crisol más la muestra antes del secado (g)

MS (%) = 100 – HT

Dónde

HT= Humedad Total

MS= Materia Seca total

3.8.5.3. Análisis de materia inorgánica y 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 fórmula:

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

Dónde:

W₀ = Peso de la Muestra seca (g)

W₁= Peso del crisol vacío (g)

W₂= Peso del crisol más la muestra calcinada (g)

3.8.5.4. Análisis de Proteína.

- Se pesó 300 mg de muestras de hongos en estado seco y se depositó en los tubos digestores, se agregó una pastilla catalizadora y 5mL de ácido sulfúrico para luego colocar en el digestor programado con los siguientes tiempos: 150° C por 30 min, 280 °C por 30 min y 400 °C por 45 minutos, después de este proceso se dejó enfriar las muestras digeridas por el lapso de 45 min.

- En el proceso de destilación se agrega 10 mL de agua destilada a cada tubo y se colocan 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 min por tubo, donde queda aproximadamente 90 mL de destilado depositados en un matraz de 300 mL.
- En el proceso de titulación, se agregó a 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. Los resultados se obtuvieron con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{Consumo de titulación}(P. \text{ mol. del } N * \text{ Norm. ácido})\text{Norm. ácido}}{\text{Peso de muestra}} * 6.25$$

3.8.5.5. Determinación de Análisis de Grasa.

Se pesó en el papel filtro con la ayuda de la balanza analítica 1 gramo de muestra, luego se envolvió la muestra en el papel filtro y se lo depositó en los porta dedales, en los vasos Beker previamente secados y pesado se colocó 40 mL de éter de petróleo, para luego ubicarlos en el digestor de grasa a una temperatura de 60°C por el lapso de 2 horas, se obtuvo obtener los resultados con la siguiente fórmula:

$$\text{Grasa} = \frac{\text{Peso del vaso Beker más grasa} - \text{Peso del vaso seco}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

3.8.5.6. Deshidratación.

Los pasos para secar hongos fueron los siguientes:

- Se procedió a limpiar los hongos.
- Se pesó las muestras.
- Se cortaron en rebanadas finas, porque mientras más gruesos sean los trozos, más demorarán en secarse.
- Se colocó los hongos en una bandeja para horno, para depositarlos en la estufa.
- Se realizó el deshidratado en la estufa a diferentes temperaturas (45°, 55° y 65°C).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química

Los resultados de la composición química de las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní no presentó diferencias ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos en los análisis de humedad, materia seca parcial, materia inorgánica y materia orgánica; mientras que, los datos de humedad higroscópica, materia seca total, proteína y grasa fueron significativos entre los tratamientos. Sobresaliendo el T2 (*Pleurotus Ostreatus*+ cáscara de maní) en su alto valor proteico con 42.51% y bajo contenido lipídico 0.25%. Otros autores, muestran que el efecto de la utilización de diferentes residuos lignocelulósicos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm en el rendimiento de setas, composición química y valor nutritivo (28). El contenido de proteínas de los hongos depende del medio de sustrato que se utilice, el resultado puede ser debido a diferencias químicas, biológicas y la relación C/N del medio de crecimiento tal como se indica en la investigación. El mayor contenido de proteína de las muestras de hongos fue de 22.15 g cuando se cultiva en tallo de soja y el más bajo 14.06 g en tallo de mijo. Los contenidos de humedad de *P. ostreatus* (g / 100 g de peso seco) no son significativamente diferentes entre los sustratos utilizados y su contenido lipídico es bajo cuando se cultiva en tallo de soja con 2.45 (Cuadro 5).

Composición química	T1. <i>Pleurotus Ostreatus</i> + hoja de mazorca de maíz	T2. <i>Pleurotus Ostreatus</i> + cáscara de maní	T3. <i>Pleurotus Sapidus</i> + hoja de mazorca de maíz	T4. <i>Pleurotus Sapidus</i> + cáscara de maní	EEM	P<		
						Hongos	Residuos	Hongos*Residuos
Humedad	98.71 a ^{1/}	91.73 a	92.69 a	92.89 a	0.28	0.2326	0.4080	0.2185
Materia Seca Parcial	7.28 a	8.26 a	7.30 a	7.11 a	0.28	0.2326	0.4080	0.2185
Humedad Higroscópica	3.25 b	4.96 a	2.75 b	3.34 b	0.18	0.0018	0.0009	0.0723
Materia Seca Total	96.74 a	9.03 b	97.24 a	96.65 a	0.18	0.0018	0.0009	0.0723
Materia Inorgánica	7.64 a	5.85 a	7.44 a	5.78 a	0.30	0.7937	0.0028	0.8952
Materia Orgánica	92.35 a	94.14 a	92.55 a	94.21 a	0.30	0.7937	0.0028	0.8952
Proteína	30.95 c	42.51 a	27.20 c	36.59 b	0.86	0.0027	0.0001	0.4504
Grasa	0.41 ab	0.25 b	0.68 a	0.35ab	0.06	0.0798	0.0242	0.4016

EEM= Error estándar de la media; ^{1/} Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según Tukey ($p \geq 0.05$)

Cuadro 5. Composición química de las setas de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní.

Los resultados del efecto de la composición química en las especies de las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní, se aprecia que no presentó diferencias ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, en los análisis de humedad, materia seca parcial, materia inorgánica, materia orgánica; mientras que los datos de humedad higroscópica, materia seca total, proteína y grasa obtuvieron diferencias, sobresaliendo en la proteína el *Pleurotus ostreatus* con 36.73%. Así mismo, Ruilova y Hernández (2014), muestran que la eficiencia de conversión de proteína por unidad de área y de tiempo es muy superior, comparado con las fuentes de proteína animal (bovinos, peces y pollos) (29). El hongo *Pleurotus ostreatus*, constituye una magnífica fuente de proteínas por contener hasta 35%, este dato es significativo al comparar con el contenido en el arroz (7%), trigo (13.20%) y leche (25.20%), todos expresados en peso seco (Cuadro 6).

Composición química	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	<i>Pleurotus Sapidus</i>	P<
Humedad	92.22 a	92.79 a	0.2326
Materia Seca Parcial	7.77 a	7.20 a	0.2326
Humedad Hidroscópica	4.11 a	3.04 b	0.0018
Materia Seca Total	95.89 b	96.95 a	0.0018
Materia Inorgánica	6.74 a	6.61 a	0.7937
Materia Orgánica	93.25 a	93.38 a	0.7937
Proteína	36.73 a	31.90 b	0.0027
Grasa	0.33 b	0.51 a	0.0798

Cuadro 6. Efecto de composición química en las especies de las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní.

Los resultados del efecto de la composición química en los residuos hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní de las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*), donde se aprecia que no se presentó diferencias ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos en los análisis de humedad, materia seca parcial, materia inorgánica, materia orgánica, mientras, los datos de humedad higroscópica, materia seca total, proteína y grasa existe diferencias. Sobresaliendo en los resultados de análisis de proteína la cáscara de maní con 39.55%. Según Salas de la Torre *et al.*, (17) , en su investigación similar se puede apreciar en los resultados de análisis de composición de los diferentes residuos agrícolas analizados que el contenido de humedad, dando un intervalo entre 9.12 a 13.91%, los hace muy similares para cualquier tipo de tratamiento. Las cenizas presentaron una amplia variación (2.57 a 13.59) relacionada con el contenido de minerales en las mismas. En cuanto al extracto etéreo, los residuos con más bajo contenido fueron el bagazo de caña y cascarilla de arroz (0.67 y 0.30), los restantes se encuentran en el intervalo de 1.07 a 1.34%, lo cual indica que en valores de extracto etéreo es similar en comparación con los de la presente investigación (Cuadro 7).

Composición química	Hoja de mazorca de maíz	Cáscara de maní	P<
Humedad	92.70 a	92.31 a	0.4080
Materia Seca Parcial	7.29 a	7.68 a	0.4080
Humedad Hidroscópica	3.00 b	4.15 a	0.0009
Materia Seca Total	96.99 a	95.84 b	0.0009
Materia Inorgánica	7.54 a	5.82 a	0.0028
Materia Orgánica	92.45 a	94.18 a	0.0028
Proteína	29.08 b	39.55 a	0.0001
Grasa	0.54 a	0.30 b	0.0242

Cuadro 7. Efecto de la composición química en los residuos (Hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní) de las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*).

4.2. Deshidratación

En los resultados de deshidratación de las setas de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní, se observa que a los 45° C de deshidratado se encontró diferencia ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, obteniendo mayor humedad en el T4 (*Pleurotus sapidus* + cáscara de maní) con 20.33%, mientras, a los 55° C y 65° C no existió diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, comportándose de mejor manera los tratamientos 1, 2 y 4 con porcentaje de deshidratación de 7,33%. Mientras tanto, M.S. AISHAN & W.I. WAN ROSLI (2013) en su investigación similar “Effect of different drying techniques on the nutritional values of Oyster mushroom (*Pleurotus sajor-cajù*)” - “(Efecto de diferentes técnicas de secado en los valores nutricionales de la seta de ostra (*Pleurotus sajor-cajù*)” (30), indican que el tiempo de vida útil de la mayor parte de cuerpo fructífero es solamente de 10 a 14 días. Por lo tanto, la preservación de seta en forma seca puede reducir la pérdida de post-cosecha y extender su vida útil. Se debe aplicar la temperatura adecuada. Otro autor sugirió que la mejor temperatura para los cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* en el proceso de secado fue alrededor de 40°C. Por el método de secado de deshidratación bajo el Sol, produce producto de mala calidad. Se cree que el método científico de secado y almacenamiento ayudara en la preservación de la seta por un largo periodo de tiempo. Además, el hecho ha destacado que con el fin de comercializar setas, la aplicación de las mejores técnicas de post-cosecha para aumentar la vida útil y mantener la calidad de los hongos juega un papel vital. El método de secado que registro el mayor porcentaje de humedad (9.58%) fue el de horno de laboratorio y es significativamente diferente en comparación con los otros dos métodos que son por soplado de aire a fuego lento y secado al Sol. Aparte de ocupar poco espacio, las setas mantiene casi todo el gusto y otras características cuando se secan. A 50°C las setas tienen riesgo de perder la proteína y sabor (Cuadro 8).

Temperaturas (°C)	T1. <i>Pleurotus Ostreatus</i> + hoja de mazorca de maíz	T2. <i>Pleurotus Ostreatus</i> + cáscara de maní	T3. <i>Pleurotus Sapidus</i> + hoja de mazorca de maíz	T4. <i>Pleurotus Sapidus</i> + cáscara de maní	EEM	P<		
						Hongos	Residuos	Hongos*Residuos
45	16.33b	17.66ab	18.66ab	20.33a	0.41	0.0015	0.0390	0.8086
55	13.33a ^{1/}	14.33a	13.33a	14.33a	0.42	1.0000	0.1635	1.0000
65	7.33a	7.33a	8.00a	7.33a	0.35	0.5701	0.5701	05701

EEM= Error estándar de la media; ^{1/} Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según Tukey ($p \geq 0.05$)

Cuadro 8. Deshidratación de las setas de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní.

El resultado del efecto de las especies en la deshidratación de las setas de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní. Se aprecia a los 45°C diferencia ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, la mayor humedad tuvo *Pleurotus sapidus* (19.50%), a los 55°C y 65°C no mostraron diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos. Según Castro Katherin (2006), en su estudio sobre Validación de deshidratación convencional para la conservación del hongo comestible *Pleurotus sajor-caju*, se llevó a cabo la elaboración de las curvas de secado para el hongo *Pleurotus*, la evaluación microbiológica del producto obtenido y el análisis estadístico. La deshidratación de esta seta se realizó a cuatro temperaturas (45, 50, 55 y 60 °C) y 5 repeticiones, logrando un contenido de humedad final para todos los tratamientos cercano al 10%. Al realizar las curvas de secado se demostró que presentan un comportamiento similar a otros alimentos. De acuerdo con la norma CODEX STAN 38-198, que se refiere a los hongos comestibles y sus productos, el porcentaje de humedad final para los hongos desecados no liofilizados debe ser máximo del 12%. En este caso para las diferentes temperaturas el porcentaje de humedad final de los hongos no sobrepasa el 10% (31), (Cuadro 9).

Temperaturas (°C)	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	<i>Pleurotus Sapidus</i>	P<
45	17.00 b	19.50 a	0.0015
55	13.83 a	13,83 a	1.0000
65	7.33 a	7.66 a	0.5701

Cuadro 9. Efecto de las especies en la deshidratación de las setas de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní.

El resultado del efecto de residuos hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní en la deshidratación de las setas de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*), se notó diferencia a los 45° entre los tratamientos, apreciando la mejor humedad en hoja de mazorca de maíz (17.50%), mientras, a los 55°C y 65°C no fueron significativos ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 10).

Temperaturas (°C)	Hoja de mazorca de maíz	Cáscara de maní	P<
45	17.50 b	19.00 a	0.0390
55	13.33 a	14.33 a	0.1635
65	7.66 a	7.33 a	0.5701

Cuadro 10. Efecto residuos hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní en la deshidratación de las setas de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *sapidus*).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que:

- El T2 (*Pleurotus Ostreatus*+ cáscara de maní) obtuvo el 42.51% de proteína, siendo el mejor tratamiento, en comparación con los otros tratamientos en estudio.
- En la deshidratación de las setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní, destacaron el T1, T2 y T4 con porcentaje de deshidratación de 7.33% a 65°C.

5.2. Recomendaciones

Los resultados obtenidos permiten realizar las siguientes recomendaciones:

- Realizar evaluación de composición química en hongos ostras (*Pleurotus*), utilizando diferentes residuos agrícolas.
- Deshidratar a temperaturas diferentes de la presente investigación, para alcanzar mejores porcentajes, pero a temperaturas esenciales para que el producto no pierda sabor ni proteínas.
- Promover el consumo de este hongo ostra (*Pleurotus*), dando a conocer a la población preparado en diferentes platos (salteado o con pollo) mediante ferias alimenticias.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Quizhpilema L. Validación de la tecnología para la producción e industrialización de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) utilizando sustratos orgánicos. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias; 2013.
2. Cortés M, Garcías A, Suárez H. Fortificación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) con calcio, selenio y vitamina C. *Vitae*. 2007 marzo; 14(1): p. 16-24.
3. Forero C, Hoyos L, Bazante W. Evaluación de residuos de ají (*Capsicum spp.*) como sustrato en la producción de setas comestibles (*Pleurotus ostreatus*). *Revista Biotecnológica*. Universidad del Cauca. 2008 Marzo; 6(1): p. 42-53.
4. Quintana J. Producción de setas de hongos ostras (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) en medios de cultivo con residuos agrícolas de soya, arroz y tusa de maíz. Tesis maestría. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador, Programa de Maestría en Procesamiento de Alimentos; 2015.
5. Toledo M. Residuos de maíz y quinua como potenciales sustratos para el cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ciencias Químicas; 2010.
6. Carvajal G. Carvajal G. Evaluación de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cinco tipos de sustratos (tamo de trigo, tamo de cebada, tamo de vicia, tamo de avena y de páramo); enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio. Informe Final de Tesis. Sede Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales; 2012.
7. Cruz D, López de León E, Pascual L, Battaglia M. Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*. 2010; 104(3-4).
8. Garzón J, Cuervo J. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Nova-Publicación Científica en Ciencias Biomédicas*. 2008 Diciembre; VI(10): p. 101-236.
9. Escobedo R. Producción de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*) Puebla, México: SAGARPA; 2006.

10. Albertó E. Cultivos intensivos de los hongos comestibles Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur; 2008.
11. Suárez Arango C. Obtención in vitro de micelio de hongos comestibles, shiitake (*Lentinula edodes*) y orellanas (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla. Trabajo de grado. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias; 2010. Report No.: COD. 107407.
12. Magdaleno López C. Efecto de dos sustratos en la productividad y calidad nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm. Tesis de grado. Saltillo, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División Agronomía; 2013.
13. Aguinaga Bósquez P. Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, Provincia de Pichincha. Título de Ingeniería Agroindustrial. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial ; 2012.
14. Ríos Y. Características nutricionales y gastronómicas de diversas setas de Castilla y León. Tesis de grado. Valladolid: Universidad de Valladolid, Facultad de Medicina; 2015.
15. Reyes D. Cinética enzimática del hongo *Pleurotus ostreatus* utilizado como sustrato residuos de forraje de maíz, sorgo y avena. Tesis de grado. Saltillo, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ciencia Animal; 2016.
16. Ravera, C.(+); Bettera, C.; Fernández, M.; Estive, E.; Piñeda, H. Aprovechamiento de los residuos agrícolas. Procesamiento de la caja de maní, su conversión biológica y productos. In I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos; 2008; Córdoba. p. 1-10.
17. Salas de la Torre N, Bazán D, Osorio A, Cornejo O, Carrero E. Deshidratación de Hongos Comestibles (*Pleurotus ostreatus*). Revista Peruana Química. 2003 Marzo; 6(1).
18. Jaquenod De Zsgon S. Vocabulario Ambiental Práctico. Primera edición ed. Valdés M, editor. Madrid: DYKINSON, S.L.; 2007.
19. Ciappini MC, Gatti B, López ML. *Pleurotus ostreatus*, una opción en el menú. estudio sobre las gírgolas en la dieta diaria. Invenio. 2004 junio; 7(12): p. 127-132.

20. Chang ST, Buswell JA, Miles PG. Genetics and Breeding of Edible Mushrooms Publishers GaBS, editor. The Netherlands: University of New York at Buffalo; 1993.
21. Gálvez C. Análisis etnobotánico de tres mercados regionales del centro del Estado de Veracruz. Tesis. Xalapa, México: Universidad Veracruzana; 1992.
22. Robinson T, McMullan G, Marchant R, Nigam P. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *Bioresource Technology*. 2001; 77: p. 251-262.
23. Fu YZ, Viraraghavan T. Fungal decolorization of dye wastewaters: a review. *Bioresource Technology*. 2001; 79: p. 251-262.
24. Pointing SB. Feasibility of bioremediation by whiterot fungi. *Applied microbiology and biotechnology*. 2001; 57: p. 20-33.
25. Reis F, Barros L, Martins A, Ferreira I. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study. Bragança: CIMO-ESA, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia; 2012.
26. Kalac P. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms. *Food chemistry*. 2009; 113(1).
27. Philippoussis A. Chapter9. Production of mushrooms using agro-industrial residues as substrates. *Αναργυροι*, Atenas, Grecia.; Laboratory of Edible and Medicinal Fungi; 2009.
28. Abdurrahman Dundar HA, Abdunnasir Y. Effect of using different lignocellulosic wastes for cultivation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. on mushroom yield, chemical composition and nutritional value. *African Journal of Biotechnology*. 2009 December; 8(4).
29. Ruilova M, Hernández A. Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus Ostreatus*. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la caña de azúcar*. 2014 Enero-Abril; 48(1).
30. M.S. A, W.I. R. Effect of Different Techniques on the Nutritional Values of Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor-cajù*). *Sains Malaysiana*. 2013 Mayo; 42(7).

31. Castro K. Validación de deshidratación convencional para la conservación del hongo comestible *Pleurotus sajor-cajù*. Revista Universidad de Caldas. 2006 Enero-Diciembre.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Crisoles con muestras de setas para realizar análisis de humedad, materia inorgánica, materia orgánica.



Anexo 2. Secado de las muestras de setas para el análisis de materia seca.



Anexo 3. Análisis de proteína a las muestras de setas de hongos (*Pleurotus*).



Anexo 4. Deshidratación a las muestras de setas de hongos (*Pleurotus*).

